

„Schatten im Paradies“ ... und dennoch!

Wenn Sie dieses Heft in Händen halten, sind die Einsparauflagen für die TU Clausthal beschlossene Sache. Wie sie konkret bewältigt werden sollen, ist noch offen. „Die persönliche Uni“, nicht nur als erfreulich erlebt, ist oft auch hilfreich für das Erreichen wissenschaftlicher Exzellenz, die eben dort leichter gedeiht, wo (kluge und engagierte) Menschen Arbeitsbedingungen der Ruhe und Konzentration vorfinden. Unser Markenzeichen droht zur Achillesferse zu werden; in Zeiten leerer Kassen ziehen wir buchhalterische Blicke geradezu magisch an. Eine erste Einschätzung der Lage durch den Präsidenten Professor Schaumann (S. 4).

Dass aber kein Anlass zu „Weltuntergangsstimmung“ besteht, Wissenschaftsministerium und Hochschulleitung sich mühen, die Universität durch dieses Fahrwasser zu führen, zeigt der Beitrag des Vizepräsidenten für Studium und Lehre Professor Dr. Thomas Hanschke. Landesweit regiert die Machete des Finanzministers, und in Clausthal wird die Informatik auf insgesamt neun Professuren ausgebaut. Kürzlich sind drei Rufe erteilt worden. Ein ermutigendes Zeichen: die TU Clausthal wird, trotz erswerter Rahmenbedingungen, strategisch weiter entwickelt (S. 6)

Dieses Mal kommen wir nicht umhin, über „Schatten im Paradies“ zu berichten, aus berechnender Redlichkeit, auf dass Sie uns das geschehene Positive gleichfalls glauben. Den von Professor Hanschke ausgespannten Faden einer wachsenden Verknüpfung zwischen Informationstechnik und Ingenieurwissenschaften nimmt der Bericht zu einem Forschungsvorhaben am Institut für Technische Mechanik auf, die Entwicklung eines „intelligenten“ Ultraschallgerätes. Es soll Zahnstein schonend entfernen. Am Schwingungsmuster der Nadel wird die jeweils berührte Oberfläche erkannt und somit auch in den für den Behandler nicht einsichtigen Bereichen der Zahnoberfläche Konkrement ohne Schädigung der Zahnoberfläche abgetragen (S. 54-58).

So verblüffend wie dieser Ausflug ins Reich der Medizintechnik, dürfte der Beitrag aus dem Institut für Organische Chemie sein. Berichten die Wissenschaftler doch über eine Substanzklasse von Naturstoffen, die so genannten mesomeren Betaine, die in vielfältiger Weise über medizinisches Potential verfügen. Die seit Jahrhunderten tradierten Anschauungen über die heilende Wirkung von Naturstoffen erweisen sich, im Lichte der Naturwissenschaften und der wissenschaftlichen Medizin, in vielen Fällen leider als haltlos.



„Vom deutschen Gesichtspunkt ärgern wir uns häufig über die Globalisierung. Hier sieht man auch die guten Seiten davon. Ich gewinne den Eindruck, häufig bewirkt die Globalisierung das, was jahrzehntelange Entwicklungshilfe nicht geschafft hat. Dass die dritte Welt auch einen Teil vom Kuchen bekommt. Und zwar nicht im Sinne von Almosen, sondern selbst erarbeitet.“ Aus dem Tagebuch von A. Stintzing.

Ein erfreulicher Seitenaspekt für die Hochschule: In Tunesien arbeitete er an der Anlage gemeinsam mit Slim Djaziri und überzeugte ihn von den Qualitäten Clausthals; zum Wintersemester 2004/2005 wird er voraussichtlich sein Studium der Verfahrenstechnik aufnehmen.

Um so erstaunlicher war die Erkenntnis, dass mesomeren Betainen, die gängigen „Bauprinzipien“ der Organischen Chemie zu widersprechen schienen und die oft weder isoliert noch synthetisiert werden konnten, wichtige biologische Rollen zukommen. Erst in den letzten Jahren konnte Licht in dieses Dunkel gebracht werden, die Clausthaler Wissenschaftler stellen die Entwicklung dieses Forschungszweiges und ihre Beiträge hierzu vor (S.43 - 48).

„All the News That's Fit to Print“, verkündet die altehrwürdige „New York Times“ in ihrem Zeitungskopf als ihren Wahlspruch; überhören wir für einen Augenblick den viktorianischen Unterton der guten Tante, die weiß, was sich schickt, so erinnert das Motto uns, schnöde, an die Grenzen des – momentan – bedruck- und lesbaren(!) Papiers. Fast schon auf den „Rand gekritzelt“, seien daher nur noch zwei gute Nachrichten: Erstmals wird eine Gruppe junger Menschen aus Vietnam, 19 an der Zahl, an der TU Clausthal studieren, ein Beitrag zur Entwicklung des Landes, das aus dem Schatten des Krieges hervortritt.

Im September kehrte der Clausthaler Student der Verfahrenstechnik Alexander Stintzing aus Tunesien zurück. Dort untersuchte er im Rahmen seiner Diplomarbeit die Pilotanlage einer photokatalytisch arbeitenden Abwasserreinigung für Textilabwässer. Die Anlage, welche vom Institut für Thermische Verfahrenstechnik gemeinsam mit tunesischen Partnern entwickelt wurde, ist ein Mosaikstein dafür, dass der wirtschaftliche Aufschwung Tunesiens – das Land im Maghreb ist weltweit der viertgrößte Textilfabrikant (!) – mit den Zielen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes kompatibel bleibt.

Clausthaler Ingenieure und Naturwissenschaftler sind (mit anderen Menschen) das Salz in der Suppe, das bleibt, trotz „Schatten im Paradies.“

Ihr,



Frau Dr. Anke Günther, Mitglied der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Heinz-Günter Brokmeier in der Geesthachter Außenstelle des Instituts für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik, wurde am 6. September auf der NEUTRON SCATTERING CONFERENCE (ECNS-2003) in Montpellier für ihren Vortrag mit einem „Young Scientist Award“ ausgezeichnet. Im Maiheft des kommenden Jahres wird Frau Dr. Günther über ihre Arbeiten berichten.

IMPRESSUM

Herausgeber

Der Präsident der Technischen Universität Clausthal Prof. Dr. Ernst Schaumann (Adolph-Roemer-Str. 2A), und der Vorsitzende des Vereins von Freunden der Technischen Universität Clausthal, Prof. Dr.-Ing. Dieter Ameling (Osteröder Straße 8), beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld.

Verlag, Anzeigen und Layout

VMK
Verlag für Marketing & Kommunikation
GmbH & Co. KG
Faberstraße 17, 67590 Monsheim
Telefon: 0 62 43 / 9 09-0
Telefax: 0 62 43 / 9 09-400
www.vmk-verlag.de

Druck

VMK-Druckerei GmbH
Faberstraße 17
67590 Monsheim
Telefon: 0 62 43 / 9 09-110
Telefax: 0 62 43 / 9 09-100

Redaktion

Jochen Brinkmann, M. A.
G.-Rauschenbach-Straße 4
Telefon: 0 53 23 / 72 77 55
Telefax: 0 53 23 / 72 77 59
Dr.-Ing. Lothar Schmidt
(Betreuung der Autoren)
Graupenstraße 3
Telefon: 0 53 23 / 72 21 41
Telefax: 0 53 23 / 72 22 03
(beide in 38678 Clausthal-Zellerfeld)

TU Contact erscheint als Zeitschrift der TU Clausthal. Bezugspreis (für Mitglieder im Beitrag enthalten): 3,00 € zuzüglich Versandkosten.

RUBRIKEN

Editorial	1
Campus	4
Forschung	26
Personalia	63
Geschichte	71
Nachrichten	75

BIOTERRORISTISCHE ANGRIFFE - EINE REALE GEFAHR

Der Kölner Mikrobiologe Prof. Dr. Martin Krönke hielt auf dem Haus des Berg- und Hüttenmännischen Vereins einen Übersichtsvortrag. Die Gefahr scheint nicht aus der Luft gegriffen zu sein. Ein Pockenangriff wäre verhältnismäßig leicht möglich und hätte verheerende Folgen.

Seite 9

ERDFALLSICHERUNGEN MIT GEOKUNSTSTOFFEN

Beim Neubau oder der Sanierung von Verkehrswegen müssen teilweise Bereiche gequert werden, in denen mit geologisch bedingten Erdfällen oder Tagesbrüchen aus Altbauarbeiten an der Geländeoberfläche gerechnet werden muss.

In Bereichen, in denen nur ein mäßiges oder geringes Einbruchrisiko besteht, wird aus ökonomischen Gründen häufig die Variante der Teilsicherung gewählt. Im allgemeinen werden dabei Geokunststoffe zur Sicherung eingesetzt. Es werden Untersuchungen zum Trag- und Reibungsverhalten von geokunststoffbewehrten Erdeinbruchüberbrückungen vorgestellt.

Seite 27

SCHLÜSSELMOLEKÜLE

Bei den mesomeren Betainen handelt es sich um eine Verbindungsklasse mit vielseitigen Eigenschaften. Nach ihrer Entdeckung vor über hundert Jahren entbrannten wissenschaftliche Diskussionen

über die Struktur dieser Verbindungen, die man wegen ihrer nicht-neutralisierten Ladungen als "Laboratoriumskuriositäten" auffassen konnte. Ihre breite chemische und biologische Bedeutung hat sich erst in den letzten Jahren herausgestellt.

Seite 43

EINSATZ KOMBINierter WERKSTOFFE

Anhand von einigen Beispielen wird nachgewiesen, dass bei den vielfältigen Anforderungen an moderne und marktgerechte Produkte die Suche nach dem Werkstoff zur Erfüllung eines Teils dieser Anforderungen erhebliche Schwierigkeiten bereiten kann. In vielen Fällen gelingt eine Produktoptimierung nur durch die Kombination von Bauteilen aus unterschiedlichen, problemorientierten Werkstoffeigenschaften, so dass die Werkstoffwahl immer einen Kompromiss zwischen den Produktanforderungen und den Werkstoffeigenschaften darstellt.

Seite 49

INTELLIGENTES GERÄT ZUR ZAHNSTEINENTFERNUNG

Gefährlichster Zahnkiller nach der Karies ist die Parodontitis - eine Entzündung des Zahnhalteapparates, die durch Bakterien und Zahnstein in Zahnfleischtaschen verursacht wird. Wissenschaftler der TU Clausthal und der Uni Greifswald entwickeln ein Dentalgerät, das Zahnstein nicht nur aufdecken und entfernen, sondern gleichzeitig auch den Behandlungserfolg überprüfen kann. Die neue Methode ist effektiv, zahnschonend und den bisherigen Verfahren deutlich überlegen.

Seite 54

KONKURRENZ FÜR RÖNTGEN: T-RAYS AUF DEM WEG ZUM WELTERFOLG

Terahertz-Wellen - im elektromagnetischen Spektrum zwischen

Mikrowellen und Infrarotlicht - können sehr viel und das zum Teil besser, als bisher verwendete Strahlen. Nun wurden Forscher der TU Braunschweig und der Ruhr-Universität Bochum mit dem Kaiser-Friedrich-Forschungspreis ausgezeichnet. Der Preis wird von der niedersächsischen Kompetenznetzwerk für Optische Technologien PhotonicNet, der TU Clausthal und der Firma Stöbich Brandschutz alle zwei Jahre in der Kaiserpfalz in Goslar verliehen.

Seite 59

PATENTOFFENLEGUNG BEDEUTUNG FÜR DIE HALBLEITERINDUSTRIE

Am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe ist ein neues Verfahren für die Härtung der Innenseiten der Tiegel entwickelt worden. Das gemeinsam mit der Wacker-Chemie gehaltene Patent liegt offen.

Seite 61

DIE WAHRE GESCHICHTE DES CLUB OF ROME

Das Handicap der Zukunft ist, dass sie ungewiss ist, aber kennen wir denn die Vergangenheit? Eine etwas andere Sicht auf den realen Umgang mit Ressourcen eröffnet Prof. Dr. (em.) Bunge.

Seite 71

„LEBEN GEGEN SCHATTEN“

Der älteste Sohn des persönlichen Sekretärs Adolf Hitlers, Martin Bormann, war auf Einladung der Katholischen Studentengemeinde Clausthal (KSG) in der Aula zu Gast und berichtete über seine Jugendzeit im Nationalsozialismus auf dem Obersalzberg und seinen weiteren Lebensweg nach der Katastrophe von 1945 als katholischer Priester und Missionar in Afrika.

Seite 72

Ernste Krise für die TU Clausthal

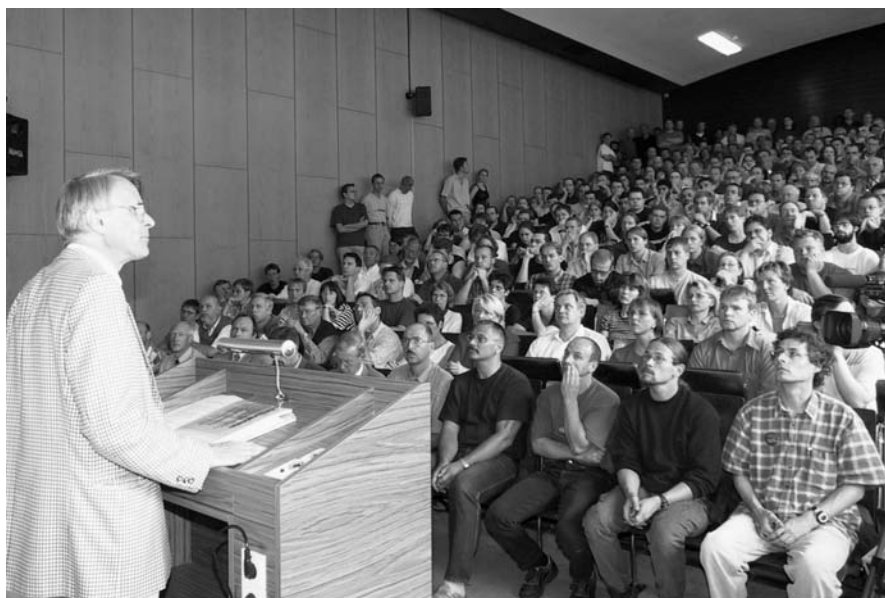
Der Präsident Professor Schaumann zu den Einsparauflagen

3,6 Millionen € wird die TU Clausthal im Jahr 2004 zur Konsolidierung des Haushaltes des Landes Niedersachsen beitragen müssen, sowie weitere 900 000 € im Jahr 2005. Ab dem Jahr 2006 sollen an den niedersächsischen Hochschulen Umstrukturierungsmaßnahmen greifen und landesweit weitere 500 Stellen an den Hochschulen umgeschichtet werden; auch hierzu wird die TU Clausthal mit einem Stellenaderlass beitragen müssen. Dies ist das Ergebnis des ersten Einzelgesprächs der Clausthaler Hochschulleitung, des Präsidenten Prof. Dr. Ernst Schaumann, des Vizepräsidenten für Rechtsangelegenheiten und Verwaltung Dr. Peter Kickartz sowie des Vizepräsidenten für Forschung und Hochschulentwicklung Professor Dr.-Ing. Hans-Peter Beck mit dem Wissenschaftsministerium, vertreten durch den Staatssekretär Dr. Lange, am 30. September in Hannover.

40,6 Millionen € muss das Wissenschaftsministerium im Jahr 2004 als Einsparsumme an den Finanzminister abliefern. Das Wissenschaftsministerium will daher, um diese Vorgaben zu erfüllen, landesweit Studiengänge und Fachbereiche schließen, beziehungsweise zusammenlegen sowie ganze Standorte schließen, respektive zusammenlegen. So werden die FH Standorte Buxtehude und Nienburg aufgegeben und die FH Lüneburg und die Universität Lüneburg müssen fusionieren, um nur zwei der markantesten Beispiele zu nennen.

An der TU Clausthal hat die Landesregierung vorrangig die Studiengänge Bergbau, Geophysik, Geologie und Paläontologie aufgrund ihrer niedrigen Auslastung in der Lehre im Visier. In so genannte Stellenäquivalente (45.000 € p.a.) umgerechnet, entspricht die Einsparsumme von 4,5 Millionen € 100 Stellen in den Jahren 2004 und 2005. „Damit hat das Ministerium die zwischenzeitliche Linie aufgegeben, einen Teil der Einsparsumme durch eine landesweite lineare Kürzung der Haushalte aufbringen zu lassen“, erläuterte Professor Schaumann.

Die Clausthaler Hochschulleitung hat ihre prinzipielle Bereitschaft signalisiert, an der Konsolidierung des niedersächsischen Haushaltes mitzuwirken, in dem Gespräch am 30. September aber darauf hingewiesen, dass selbst bei einer Nichtwiederbesetzung aller in den Jahren 2004 und 2005 freiwerdenden Stellen an der TU Clausthal maximal 73 Stellen(-äquivalente) erbracht werden können, nicht aber 100. Darüber hinaus würde dieser statistisch verteilte Einschlag von Stellenstreichungen wahllos alle Studiengänge an der Universität betreffen, auch solche, die nicht strukturell „bespart“ oder eingestellt werden sollen. Die für das Jahr 2005 geforderten 20



Die niedersächsischen Hochschulen werden rigide bespart. Am 23. Juli informierte Professor Schaumann in einer Vollversammlung die Hochschulangehörigen über die Pläne der Landesregierung. In der Zwischenzeit hat sich die Situation für die TU Clausthal insofern verschärft, als die bisherige Linie, einen Teil der Einsparsumme durch eine landesweite Kürzung aufzubringen, aufgegeben wurde.

Stellenäquivalente sind durch die natürliche Fluktuation (Auslauf von Zeitverträgen, Pensionierungen) nicht mehr zu erbringen. Die Sperrung aller Stellen im wissenschaftlichen Bereich würde die Lehre in vielen Bereichen erheblich beeinträchtigen, so wären die Praktika in der Chemie aus Sicherheitsgründen nicht mehr durchführbar, erläuterte der Präsident Professor Schaumann. „Die Unerfüllbarkeit der Forderungen des Landes in der Kürze der Zeit (2004-2005) hat der Staatssekretär Dr. Lange eingeräumt, eine Lösung für diese Problematik konnte aber in diesem Gespräch noch nicht gefunden werden“, berichtete Professor Schaumann am 1. Oktober.

„Es ist die Absicht der Landesregierung und der Clausthaler Hochschulleitung, die Clausthaler Informatik auszubauen und das Clausthaler Fächerspektrum mit einem Bachelor- und Masterstudiengang in den Wirtschaftswissenschaften zu stärken, um so mittelfristig die TU Clausthal mit einem reduzierten, aber von der Auslastung her stabilen Fächerspektrum in ein sicheres Fahrwasser zu bringen.“ In dieser Weise kennzeichnete Professor Schaumann die Aufgabe, vor welche die Hochschule sich gestellt sieht.

„Die Landesregierung und die Hochschulleitung suchen daher gemeinsam den sicherlich schma-

len und in vielen Fällen mit schmerzlichen Einschnitten notgedrungen verbundenen Korridor, der die Erfüllung beider Ziele, Einsparmaßnahmen und eine in Zukunft „gesundete“ TU Clausthal ermöglicht“, sagt Professor Schaumann. „Ich bitte alle Angehörigen der Universität angesichts dieser, ohne Umschweife nur äußerst ernst zu nennenden Krise nicht in eine lähmenden Passivität zu verfallen. Die Clausthaler Hochschulleitung versucht in Verhandlungen mit dem Ministerium, den größten Schaden für die Universität abzuwenden. Wenn aber die jetzt angekündigten Einsparungen so durchgesetzt werden, können sie nur zu einem blinden Kappen von starken und schwachen Bereichen gleichermaßen führen. Das würde zu Engpässen und Ungerechtigkeiten in der Universität führen. Die Gefahr ist, dass darunter die Qualität der Lehre und Forschung so sehr leidet, dass uns die Studenten davon laufen. Wenn die Politik nicht genug Einsicht aufbringt, dies zu verhindern, dann bitte ich dennoch jeden Einzelnen, sich nicht zurückzuziehen, so verständlich dies auch wäre, sondern das Engagement zu erhöhen. Darüber hinaus müssen wir daran arbeiten, dass die Landesregierung den besonderen Wert universitäre Bildung mittel- und langfristig auch wieder durch entsprechende Finanzmittel fördert.“ ■

Clausthaler Informatik im Aufwind

Die gegenwärtige Umbruchsituation der Clausthaler Informatik soll als Chance für einen zukunftsweisenden Neuanfang genutzt werden. Ein von der Hochschulleitung vorgelegtes und vom Senat empfohlenes Konzept zur Restrukturierung der Clausthaler Informatik wurde inzwischen von der Strukturkommission Informatik der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen evaluiert und als tragfähig bezeichnet. Der Bericht der Kommission veranlasste sogar umgehend das Ministerium für Wissenschaft und Kultur, die Informatik in Clausthal als Kernkompetenz einzustufen und der TU Clausthal finanzielle Unterstützung zuzusagen. Die mit dem Konzept verbundenen Stellenausschreibungen und Berufungsverfahren wurden bereits eingeleitet. Auch das Ministerium hat schnell reagiert und bereits drei von vier Rufen erteilt. Vizepräsident Prof. Dr. Th. Hanschke, der die Reorganisation koordiniert, ist überzeugt, dass die ausgewählten Kandidaten schon bald in Clausthal lehren und forschen werden.

Hintergrund

In Clausthal resultieren die fachlichen Anforderungen an die Informatik hauptsächlich aus den ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen, deren industrieller Erfolg ganz wesentlich durch die effiziente Synthese von hardware- und softwarebezogener Forschung bestimmt ist. Die Schwerpunkte liegen in der Modellierung, Simulation und Optimierung komplexer technischer Systeme, in der Integration von Planungs- und Steuerungssoftware in die Prozess- und Geschäftsabläufe von Unternehmen und in der Entwicklung digitaler Systeme für den Maschinenbau und die Verfahrenstechnik. Aber auch anderswo sind Computer- und Kommunikationstechnologien zentrale Wirtschaftsfaktoren. Die zunehmende Digitalisierung führt zu einer Konvergenz zwischen Computer- und Kommunikationstechnik und wird unsere Arbeits- und Lebenswelt grundlegend verändern. Um so wichtiger ist es deshalb, dass sich die Technische Universität Clausthal an dieser Entwicklung beteiligt und das Fachgebiet Informatik als zentralen Bestandteil in allen Studiengängen und Forschungsgebieten nachhaltig verankert. Das neue Konzept zielt deshalb auch ganz stark auf die Synergien mit der Mathematik, den Wirtschafts-, Natur- und Ingenieurwissenschaften ab.

Entwicklungen in der Industrie und am Arbeitsmarkt

Auch wenn die Entwicklung von Rechnern zur Zeit von Großunternehmen in den USA, Japan und Taiwan dominiert wird, bedeuten diese wirtschaftsgeographischen Veränderungen nicht,

dass die IT-Branche in Europa ihre Schlüsselposition verlieren wird. Ganz im Gegenteil – es zeichnet sich ein enormes Entwicklungs- und Marktpotential in der Softwaretechnologie ab, welche alle Merkmale einer „Emerging Technology“ aufweist. Die grundlegenden Herausforderungen liegen dabei in der Nachhaltigkeit der Programmentwicklung und in der Administration der mit der Integration verbundenen Geschäftsprozesse. Die Optimierung von Geschäftsprozessen und der Einsatz von Simulationenmethoden bei der Produktentwicklung, der Fertigungstechnik und dem Supply Chain Management erfordern die Interaktion von IT-Spezialisten mit Experten der jeweiligen Branche. In dieser Synthese liegt die eigentliche Wertschöpfung dieses Prozesses. Da wir über einen hohen Bildungsstandard und eine industriell-orientierte Wirtschaft verfügen, liegt hierin auch die besondere Chance Deutschlands und Europas. Ähnliche Potentiale werden im Bereich Digitaltechnik und Verteilte Systeme gesehen.

Die aktuelle Entwicklung zeigt außerdem, dass der wirtschaftliche Erfolg der Informatik ganz wesentlich von der Prospektion und Exploration neuer Anwendungen und damit vom Fortschritt in den Natur-, Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften abhängt. Diese Erkenntnis war auch Anlass zur Gründung des Clausthaler Simulationswissenschaftlichen Zentrums, das die Modellierung, Simulation und Optimierung komplexer Systeme zum Gegenstand hat und die Entwicklung der Informatik im Grenzbereich zwischen Natur- und Ingenieurwissenschaften unterstützen will.

Konsequenzen für die Ausbildung

Für die Entwicklung anspruchsvoller Anwendungssysteme braucht man Fachleute, die über System- und Methodenkompetenz verfügen und Erfahrung in fachübergreifender Teamarbeit besitzen. Methodenkompetenz wird im Bereich der Informatik vor allem durch eine formal-mathematische Komponente in der Ausbildung erreicht. Systemkompetenz kann im Studium durch eine Grundorientierung in einem Anwendungsgebiet erworben werden. Dadurch wird gleichzeitig das Bewusstsein für Problemstellungen und Methoden außerhalb des eigenen Fachgebiets gestärkt. Mit einem ähnlichen Konzept hat die TU Clausthal bereits im Bereich Mathematik recht erfolgreich auf die Anforderungen des Arbeitsmarktes reagiert. Und auch darüber hinaus ist die TU Clausthal mit ihrer überschaubaren und interdisziplinären Struktur für die neuen Herausforderungen optimal positioniert. Es wird jetzt vorrangig um die Frage gehen, wie

man diese Qualifikation auch im Rahmen konsekutiver Studiengänge sicherstellen kann.

Konsequenzen für die Forschung

Die Wissenschaftliche Kommission empfiehlt der Clausthaler Informatik eine starke theoretische Komponente, wobei sie die angrenzenden Fachgebiete der Mathematik wie „Diskrete Mathematik“ und „Mathematische Logik“ dabei mit einbezieht. Denn schließlich basieren neue Rechnerkonzepte (Zelluläre Automaten, Quantum Computing, DNA Computing usw.) zunächst eigentlich immer erst auf Softwareprinzipien und sind deshalb Forschungsgegenstand der Theoretischen Informatik. Aber auch bei der Entwicklung und Validierung von Softwaresystemen, beim Management verteilter Systeme und beim Entwurf digitaler Systeme spielen Methoden der Theoretischen Informatik eine wichtige Rolle.

Um ein Gegengewicht zur amerikanischen und japanischen Vorherrschaft in der Computertechnologie zu haben, muss bei uns die technisch orientierte Grundlagenforschung in Informatik in Verbindung mit speziellen Anwendungsgebieten (digitale Systeme im Automobilbau, Navigationssysteme, Mobilfunk, digitale Sensoren, Embedded Systems usw.) forciert werden. Die TU Clausthal ist deshalb gut beraten, auch diesen Bereich nachhaltig zu stärken. Durch die Nähe der Clausthaler Informatik zur Informationstechnik, zum Maschinenbau und zur Verfahrenstechnik ergäben sich vielversprechende Synergien.

Die Zukunftspotentiale der Informatik liegen jedoch ganz besonders in ihrem praktisch/angewandten Teil. Bezeichnenderweise fallen auch die aktuellen „Research Areas“ des Marktführers IBM hauptsächlich in diesen Bereich: Algorithms & Theory, Artificial Intelligence, Communications & Networking, Computational Biology, Data Management, Graphics & Visualization, Knowledge Discovery and Data Mining, Performance Modeling and Analysis, Mobile Computing, um nur einige zu nennen. Die Gesellschaft für Informatik bezeichnet Softwaretechnik sogar als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Aufgrund ihres ausgeprägten mathematisch-technischen Bezugs hat die Clausthaler Informatik eine gute Chance, bei dieser Entwicklung ganz vorne mit dabei zu sein.

Umsetzung

Bei der Umsetzung der Konzeption wird die TU Clausthal von Prof. Dr. Detlef Schmid, Gründungsdekan der Fakultät für Informatik an der Universität Karlsruhe und Vorsitzender der ►

Strukturkommission Informatik der Wissenschaftlichen Kommission Niedersachsen beraten und tatkräftig unterstützt. Der mit der Wissenschaftlichen Kommission abgestimmte Stellenplan sieht folgende Professorenstellen vor: Technische Informatik (Prof. Richter), Theoretische Grundlagen der Informatik (Nachfolge Prof. Lex, Berufungsvorschlag liegt vor), Software Engineering (Nachfolge Prof. Joubert, Ruf erteilt), Datenbanken und Informationssysteme (Nachfolge Prof. Brass, Ausschreibung erfolgt), Computational Intelligence (Nachfolge Prof.

Kupka, Ruf erteilt), Kommunikation und Verteilte Systeme (neu, Berufungsverfahren läuft), Datenanalyse und Datenmanagement (neu), Wirtschaftsinformatik (Ruf erteilt), Graphische Datenverarbeitung (Nachfolge Prof. Ecker, Ausschreibung erfolgt), Juniorprofessur Informatik (neu, Ausschreibung erfolgt). Darüber hinaus wurden für das WS 2003/2004 eine Vielzahl von Vertretungen und Lehraufträge bewilligt. Angesichts der allgemeinen Sparauflagen der Landesregierung wird mit diesem Stellenausbau ein deutliches Zeichen gesetzt.

Weitere Informationen:
Prof. Dr. Thomas Hanschke
Vizepräsident für Studium und Lehre
Technische Universität Clausthal
Adolph-Roemer-Str. 2A
38670 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323-722567
Fax: 05323-722304

systems – service – solutions by Berstorff





Die Berstorff GmbH plant und baut einzelne Extruder, komplette Extrusionsanlagen und schlüsselfertige Werke für die Herstellung von Kunststoff- und Kautschukprodukten.

Berstorff GmbH · Postfach 610360 · D-30603 Hannover Germany · www.berstorff.de

Seit über 50 Jahren Ideen für Qualitätsprodukte – weltweit!

Heute die Technologien von morgen mitgestalten



Als ein modernes mittelständisches Unternehmen der kautschuk-, kunststoff- und metallverarbeitenden Industrie ist das Unternehmen HÜBNER mit drei Werken in Kassel sowie mit Tochterunternehmen in Brasilien, in China, in Russland, den USA und in Ungarn am Weltmarkt vertreten.



HÜBNER GmbH
Agathofstrasse 15
D-34123 Kassel
Tel.: (0561) 5701-0
Fax: (0561) 5701-158
e-mail: info@hubner-germany.com
www.hubner-germany.com

- Fahrzeuggelenksysteme
- Übergänge für Schienenfahrzeuge
- Fenstersysteme
- Türsysteme
- Gummi- und Kunststoff-Formteile
- Gummi-Rahmen und -Profile
- Mehrkomponenten-Spritzgußteile
- PU-Schaumteile
- Faltenbälge

Unser Erfolg basiert auf dem hohen Qualitätsniveau unserer technisch hochwertigen Produkte, das wir in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden realisieren.

Im Zuge der gesicherten Versorgung des Unternehmens mit qualifizierten Mitarbeitern, die ein wesentlicher Faktor bei der Erreichung unserer Ziele sind, legen wir seit Jahren besonders großen Wert auf den Kontakt zu den Technischen Universitäten und deren Studenten. Setzen Sie sich mit uns in Verbindung!

Qualitätsmanagementsysteme in der Industrie

Kolloquium der AV Glückauf-Salia im Sommersemester

Dem Einsatz von Qualitätsmanagementsystemen widmete sich am 17. Mai ein Kolloquium der Akademischen Vereinigung Glückauf-Salia im Hörsaal des Instituts für Metallurgie. Wie wichtig solche Systeme sind, konnte Martin Cieslik von Seiten der Aktivitas in einem einleitenden Referat über „Gefahren in der Raumfahrt“ aufzeigen; die Ursachen der Katastrophen, beim Absturz der Challenger (1986), beim Fehlstart einer R-16 Trägerrakete im kasachischen Baikonnur (1960) oder bei der Explosion der Ariane 5 (2001) wiesen gemeinsame Merkmale auf. Politiker hatten, aus Prestigegegründen, einen, wie sich an den fatalen Folgen zeigte, unhaltbaren Termindruck aufgebaut. Notwendige Tests waren unterblieben und das technische System hinsichtlich möglicher Abweichungen und deren Konsequenzen nicht hinreichend durchdacht, Fehlermeldungen unbemerkt geblieben oder ignoriert worden.

Dieser Einstieg war gelungen. Der Vortrag deckte prinzipielle Aspekte der Thematik auf, die Fehler des Management lagen in diesen Fällen öffentlichen Interesses und öffentlicher Inspektion in gleißenden Licht. Natürlich konnten die folgenden Referenten nicht an Fallstudien, wo in ihren Unternehmen etwas schief gegangen war, Betriebsgeheimnisse „ausplaudern“, aber, und dies war eben unter einem strukturellen Ansatz her von Interesse, sie konnten die Methoden der Fehlervermeidung abstrakt vorstellen. Pars pro toto seien einige Aspekte der Thematik benannt: So referierte Dr. Karl Bergmann, Geschäftsführer der DHC Solvent Chemie GmbH, die Entwicklung von den reinen Qualitätssicherungssystemen in den 60er- und 70er Jahren zu den anspruchsvolleren, komplexeren heutigen, oft sogleich Umwelt- und Arbeitsschutzgesichtspunkte integrierenden Qualitätsmanagementsystemen und benannte die Gründe für diesen Wandel: Während in den 70er Jahren in einem tief gestaffelten, arbeitsteiligen Prozess die Produkte noch nahezu vollständig in den Unternehmen gefertigt wurden, eine Qualitätskontrolle im Kern in einer strikten Endkontrolle bestand, bei hohem Prüf- und Personalaufwand, führte die Rationalisierung Anfang der 80er Jahre, beginnend in der Automobilindustrie, zu einer Auslagerung ganzer Produktionsstufen an externe Lieferanten; aus diesen wurden, oft nicht ganz freiwillig, Partner, ins Joch harter Firmennormen gezwungen. In den 60er Jahren waren die deutschen Automobilhersteller noch unangefochten Marktführer; doch erwuchs ihnen in den 80er Jahren aus Japan scharfe Konkurrenz. Zugleich stärkten die Gerichte die Stellung des Kunden. Die Unternehmensleitungen reagierten, angeregt

durch japanische Modelle, auf die erhöhte Komplexität mit einer Delegation der Verantwortung sowie der Einführung von Bonus-Systemen für die Mitarbeiter. Ablauf- und Organisationsmodelle eines Unternehmens sollten die Unternehmensziele, Zufriedenheit des Kunden, Kosteneffizienz und stetige Innovation operationalisieren.

Dipl.-Ing. Bernhard Koschlig, bei der Vallourec Mannesmann Tubes für das Qualitätsmanagement verantwortlich, arbeitete in seinem Vortrag die Auswirkungen des Wandels vom Verkäufer- zum Käufermarkt für den Übergang von den reinen Qualitätssicherungs- zu den Qualitätsmanagementsystemen heraus. Konnten viele Lieferanten Anfang der 60er Jahre aufgrund ihrer starken Position auf dem Markt es sich noch leisten, Kosten ungehemmt in Preise verwandeln, so war, angesichts niedriger Inlandswachstumsraten und gesteigerter internationaler Konkurrenz eine solche Strategie in den 90er Jahren obsolet. Die „end-of-the-pipe“-Kontroll-Philosophie war kostenintensiv. Ein Fehler möglichst schon während des Produktionsprozesses erkennendes und vermeidendes Steuerungssystem sollte die Effizienz erhöhen.

Dr. Gert Schwarzlose, Gefahrgutbeauftragter der Shell & DEA Oil GmbH für Werke in Köln-Godorf und Wesseling wies auf einen anderen Aspekt der Qualitätsmanagementsysteme hin, sie erleichtern die Erstellung von Audits und Zertifizierungen, wobei für Unternehmen, welche über letztere verfügen, im Umgang mit den Behörden Verfahrenserleichterungen bei Beantragungen vorgesehen sind.

Ein, aus Sicht der Mathematik „ruppig“, aus Sicht der Praxis „robust“ zu nennendes System, das die Vielzahl der ein Unternehmen bedrohenden Risiken aus einer diffusen Gefahr in eine hierarchisierte Struktur überführt, stellte der Unternehmensberater Prof. Dr. Hans Jacobi vor. Aufbauend auf einem 1000 Fragen umfassenden Katalog zur Erkennung und Bewertung unerwünschter Ereignisse innerhalb der verschiedenen Bereiche eines Unternehmens werden die einzelnen Risiken typisiert, eingeteilt in Klassen verschiedener Eintrittswahrscheinlichkeit. Multipliziert mit der Schadenshöhe ergibt sich hieraus eine ökonomische Risikobewertung in €, dies erlaubt eine Fokussierung der Unternehmensleitung auf die wirklich wichtigen Aufgaben. ■

Herzlichen Glückwunsch an Simon Völler und die Handballmannschaft der TU Clausthal!

Tennisspieler Simon Völler (TUC) erreichte bei den Deutschen Hochschulmeisterschaften im B-Feld (bis Regionalliga) im Herren Einzel den 3. Platz. Erster wurde Kai Kaufmann von der Uni Bochum und Zweiter Thomas Herchen von der Uni Göttingen.

Das Handball-Team der Herren der TU Clausthal (Lars Knoblauch, Björn Friedrichs, Jörg Dietze, Markus Susoff, Lars Brahmman, Markus Walczak, Mathias Marks, Ludger Kaup, Axel Bürkner, Tobias Oelmann, Arne Hecker, Stefan Hohoff) besiegte in der Zwischenrunde Nord die Mannschaften der Uni der Bundeswehr Hamburg

und der Universität Hamburg-Harburg. Die Handballspieler qualifizierten sich dadurch für die Endrunde vom 27. bis 29. Juni in Kaiserslautern, bei der sich die Gastgeber mit Platz 2 begnügen mussten. Sieger wurde die Mannschaft aus Ilmenau. Die TU Mannschaft (Arne Hecker, Ludger Kaup, Mathias Marks, Björn Friedrichs, Tobias Oelmann, Markus Walczak, Jörg Dietze, Stefan Hohoff, Markus Susoff, Nico Schwenke, Andrzej Dadek; Betreuer: der verletzte Tobias Stahl) belegte Platz 4.

Prof. Dr. Regina Semmler-Ludwig
Leiterin Sportinstitut

Bioterroristische Angriffe sind eine reale Gefahr

Kölner Mikrobiologe, Prof. Dr. Martin Krönke, gab einen Überblick

Bakterien und Viren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit zu tödlichen Erkrankungen führen, besitzen ein großes Vernichtungspotential, das bei Terrorattacken schnell zu mehreren Zehntausend bis zu Millionen Opfern führen kann. Manche dieser Krankheitserreger können nur mit hohem technisch-wissenschaftlichen Aufwand in todbringende Waffen umgewandelt werden, wie beispielsweise der Erreger des Lungemilzbrandes, das Anthrax-Bakterium. Pest- und andere gefährliche Bakterien hingegen bräuchten nur etwas Zucker und Wasser, um sich explosionsartig zu vermehren und könnten auch in einfachen Laboren terroristischer Vereinigungen hergestellt werden. Zu diesem Fazit kam Professor Dr. Martin Krönke, Direktor des Instituts für Medizinische Mikrobiologie, Immunologie und Hygiene der Universität Köln, in einem Vortrag am 16. Mai auf dem Haus des Berg- und Hüttenmännischen Vereins.

Rund drei Monate vor dem Attentat vom 11. September 2001 wurden in einem Planspiel die möglichen Folgen eines Terrorangriffes mit Pockenviren in den USA durchexerziert. Zwei Monate nach dem ersten Auftreten zweier Pockenfälle in einem Krankenhaus in Texas wäre innerhalb weniger Monaten mit einer Million Toten und drei Millionen weiteren Erkrankten zu rechnen gewesen, berichtete Professor Krönke von dem Gedankenexperiment. Eine generelle, vorbeugende Durchimpfung der gesamten amerikanischen Bevölkerung sei aber kein geeigneter Schutz, unabhängig davon, dass die Impfmittel in der erforderlichen Menge auch gar nicht vorhanden wären, weil die Nebenwirkungen einer solchen Impfkampagne mit dem altertümlichen

Vakzin nicht unbeträchtlich seien. In einem von tausend Fällen käme es zu schweren Komplikationen, so eventuell zu einer Gehirnentzündung, mit oft erheblichen geistigen Schäden. In einem Land wie Deutschland sei also mit einigen Tausend geistig behinderten Menschen als Folge einer derartigen Impfkampagne zu rechnen, dies sei aber eine, solange keine akute Pockenepidemie aufgetreten sei, unvermeidbar hohe Nebenwirkung.

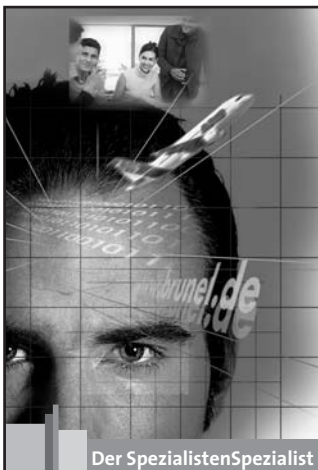
Bioterroristische Angriffe sind nicht erst seit den Milzbrandbriefen im Gefolge des 11. September eine reale Bedrohung, rief Professor Krönke ins Gedächtnis. Die japanische Aum Shinrikyo Sekte, die 1995 in der Tokioter U-Bahn mit dem Nervengas Sarin 17 Menschen tötete und Tausende verletzte, hatte zuvor versucht, Anthrax-Bakterien von einem Hochhaus herab zu streuen. „Sie hatten aber eine relativ ungefährliche Variante des Bakteriums erwischt und deshalb kamen keine Menschen zu Schaden“, sagte Professor Krönke. Die Rote Armee Fraktion (RAF) plante in den 70er Jahren in einem eigenen Labor mit dem Botulinustoxin zu experimentieren, einem hoch gefährlichen, lähmenden Nervengift. Der Irak entwickelte in den 80er Jahren Biokampfstoffe und erhielt das nötige Ursprungsmaterial hierzu von einem offiziellen amerikanischen Labor. Nach dem ersten Golfkrieg hätten die Amerikaner Bomben und Raketen zur Verbreitung von Ricin und Botulinus, zwei Nervengiften, sowie Milzbrandernregern gefunden. Der Irak habe in dieser Zeit einige Tausende von Tonnen hoch gefährlicher biologischer und chemischer Kampfstoffe in flüssiger Form angezichtet. „Die irakischen Behörden konnten später aber nie nachvollziehbare Belege für die Vernich-



Prof. Dr. Martin Krönke, Uni Köln

tung dieser Substanzen vorlegen. Es handelt sich hierbei aber nicht um Stoffe, die man mal so eben in den Ausguß schüttet. Hierüber müsste es detaillierte Aufzeichnungen geben“, sagte Professor Krönke. Von daher sei der Sachverhalt, dass man keine Belege für Massenvernichtungswaffen, auch keine schriftlichen Belege über deren Vernichtung gefunden habe, kein Beweis für die Unschuld der irakischen Regierung.

Eine irakische Urheberschaft der Milzbrandanschläge in den USA konnte nie nachgewiesen werden, im Gegenteil, die Herkunft des Erregers aus einem amerikanischen Militärlabor sei sehr wahrscheinlich, sagte Professor Krönke. Zusätzlich, zu den von der Natur selbst entwickelten Biowaffen, wie Pest- und Pockenviren, seien in Zukunft gentechnische Modifikationen vorstellbar, die noch gefährlicher sein könnten, sagte Professor Krönke. ■



Gemeinsam Visionen verwirklichen

brunel
Der SpezialistenSpezialist

Als internationaler Dienstleister für Technik und Management bieten wir unseren Kunden Unterstützung bei der Umsetzung ihrer Projektideen.

Wir suchen Nachwuchstalente aus den Bereichen **Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnologie** – für den Einsatz in den Brunel Kompetenz-Centern oder direkt beim Kunden vor Ort.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Brunel GmbH · Kennziffer: P 2100.05 · Schloßstr. 8 · 38100 Braunschweig
Tel. 0531 / 2 43 38-0 · braunschweig@brunel.de · www.brunel.de

Sportfest auf der Tannenhöhe lockte viele!

Der Triathlon-Wettbewerb bildete am 25. Juni den Auftakt zum großen Sommersportfest der Universität: 44 Teilnehmer wagten den Start bei der Höchstleistung abverlangenden Kombination aus Schwimmen, Fahrradfahren und Laufen. Am Bootssteg des Waldseebades sprang die Gruppe ins erfrischende Nass und schwamm im hohen Tempo quer durch den Teich, umrundete eine rote Boje und stieg am gegenüberliegenden Ufer aus dem Wasser. Schon bei diesem ersten Wettbewerb zeigten sich deutliche Leistungsunterschiede, denn nach rund einhundert Metern Schwimmstrecke setzten sich die Spitzenschwimmer um etwa zehn Meter vom Rest der Leistungsathleten ab. Insgesamt zeigte die Gruppe eine aber beeindruckende Stärke, konnte der Fotograf und Beobachter im Ruderboot doch nur mit kräftigem Schlag mit den Schwimmern „Schritt“ halten. Schon etwas „ruhiger“ geworden, kamen manche aus dem Wasser. 500 Meter war diese erste Etappe lang. Jetzt hieß es, sich schnell umziehen und aufs eigene Fahrrad schwingen: 24 Kilometer, bergauf und bergab. Zuletzt mussten 4,4 Kilometer Laufdistanz zurückgelegt werden.

Bei herrlichstem Sommerwetter und Musik flanierten viele über das Sportgelände. Die Aikido-Gruppe der Uni zeigte die hohe Kunst der sanften Selbstverteidigung, die Sonne stand etwa im 60 Grad-Winkel, die Vorführenden warfen mit ihren Bewegungen wandernde Schlagschatten. So war es ein Genuss für die Zuschauer: die sil-



Gerade aus dem Wasser heraus und schon zur nächsten Höchstleistung: 24 km Fahrradfahren.

brig glänzende Matte auf rotem Boden vor tiefblauem Himmel, das tiefe Sommergrün des Rasens und der Bäume, die harmonischen und in Stille konzentriert ausgeführten Bewegungen der Aikidokämpfer.

Ein Orientierungslauf auf der Tannenhöhe verlangte Findigkeit im Aufspüren der Suchpunkte, die Akademische Sportverbindung Barbara lud über eine Distanz von 5,5 Kilometer zum schon traditionellen „Barbarenlauf“ ein.

Die größte „Gaudi“ für Zuschauer wie Beteiligte war zum Abschluss des Sommersportfestes die Bierstaffel: Laufen über einhundert Meter, ein großes Bier im Sturzschluck leeren und wieder Laufen, da torkelte schließlich mancher, der Alkohol schoss schnell in den Kopf. ■



13. Bohr- und Sprengtechnisches Kolloquium in Clausthal

Am 24. und 25. Januar 2003 fand das vom Institut für Bergbau organisierte 13. Bohr- und Sprengtechnische Kolloquium statt. Rund 300 Teilnehmer fanden sich zu den Vortragsveranstaltungen in der Aula der TU Clausthal ein. Im Jahre 1632 kam im Oberharz zum ersten Mal die Sprengarbeit zum Einsatz. Nicht nur die frühe Anwendung der Sprengarbeit, sondern auch die Einführung des brisanten Sprengens im selben Jahr in dem Alfred Nobel das Dynamit erfand, nämlich 1866, zeugen vom Ideenreichtum und der Durchsetzungskraft früherer Generationen von Harzer Bergleuten.

Seit 1976 kommen traditionell alle zwei Jahre Experten aus dem nationalen und internationalen Bergbau in Clausthal zusammen, um Erfahrungen, Erkenntnisse und Entwicklungen zum neuesten Stand der Technik im Bohr- und Sprengwesen auszutauschen und zu diskutieren.

„Nur wenige Veranstaltungen unserer Hochschule verknüpfen Vergangenheit und Zukunft in dem Maß wie das traditionelle Bohr- und Sprengtechnische Kolloquium“, so Professor Dr.-Ing. Dr. h.c. Walter Knissel in seiner Eröffnungsrede. Für heutige Generationen sei es Auftrag und Verpflichtung zugleich, zukunftsweisende innovati-

ve Entwicklungen auf dem Gebiet der Bohr- und Sprengtechnik der Fachwelt zu präsentieren. Bezüglich dessen begrüßte Knissel auch die Internetzuschauer, die die Veranstaltung wie bereits im vergangenen Jahr aus aller Welt live im Internet verfolgen konnten. Eine Aufzeichnung des Kolloquiums ist unter www.bergbau.tu-clausthal.de abrufbar.

Bei der Gestaltung des Programms wurde wieder von einer breiten Anlage der Themen ausgegangen. Mehrere Bergbauzweige sowie auch der Tunnelbau waren einbezogen. Alle gehaltenen Vorträge waren anwendungsbezogen, wobei am Freitag die Bohrtechnik im Mittelpunkt stand und am darauf folgenden Samstag die Sprengtechnik. Im Einzelnen wurden folgende Entwicklungsfelder und Themen angesprochen:

- Die Automation in der Ankerbohrtechnik im Steinkohlenbergbau.
- Das Trockenbohrverfahren bei der hydraulischen Drehbohrtechnik.
- Die moderne Schlagbohrtechnik.
- Extrem niedrig bauende gleislose Bohr- und Ladegeräte.
- Das vertikale Schachtbohrverfahren.
- Die horizontale Fernerkundung im Salzgebirge.

- Herstellung und Einsatz verlaufsgesteuerter Horizontalfilterbrunnen in Braunkohlentagebauen.
- Das Microtunneling.
- Die Anwendung der elektronischen Zündtechnik.
- Der Einfluss der Sprengstoffwahl auf die Wirtschaftlichkeit und Arbeitshygiene im Tunnelvortrieb.
- Wissensbasierte Planungssysteme zur Optimierung von Bohr- und Sprenganlagen in Steinbrüchen.

Als besonderes sprengtechnisches Bonbon präsentierte Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld, Abteilung für maschinelle Betriebsmittel des Instituts für Bergbau der TU Clausthal, „das Ende des Horchpostens Schalke“. Der 64 m hohe Turm des ehemaligen französischen Militärstützpunktes wurde am 11. Oktober 2002 nach über 30-jähriger Betriebszeit gesprengt.

Neben allen wissenschaftlichen Fachvorträgen kam auch die humoristische Seite des Bohr- und Sprengtechnischen Kolloquiums nicht zu kurz: Dipl.-Ing. Wolfgang Schütze, ehemaliger Direktor der Clausthaler Bergschule, trug ein auf die diesjährige Veranstaltung ausgerichtetes und eigens verfasstes Gedicht vor; eine passende Überleitung zum allseits beliebten Bergmannsabend, der im Anschluss wie jedes Jahr auf dem Hause des Corps Montania stattfand.

Als Erinnerungsgeschenk wurde den Referenten und Autoren der Fachvorträge in diesem Jahr eine silberne Ausbeute-Medaille des Oberharzer Bergbaus aus dem Jahr 1677, also 45 Jahre nach der ersten Anwendung der Sprengarbeit im Oberharz überreicht. Die Medaille symbolisiert unsere Verbundenheit mit vergangenen Zeiten. Der darauf abgebildete Sprung des Niedersachsen-Rosses soll Ausdruck sein für einen Sprung in eine gute Zukunft. Alle Referenten erhielten außerdem einen historischen Bildband mit Fotografien des Oberharzer Bergbaus aus der Jahrhundertwende. ■



Bild Ausstellung: Eine Fachmesse mit zahlreichen Ausstellern begleitete das Kolloquium

Abschiedskolloquium für Prof. Dr. Gerhard Reik

Von 1991 bis 2003 war Professor Gerhard Reik PhD für das Fachgebiet der Ingenieurgeologie an der TU Clausthal tätig. Zum Sommersemester trat er in den Ruhestand. Ihm zu Ehren veranstaltete das Institut für Geologie und Paläontologie am 26. Juni in der Aula ein Kolloquium, welches nach seinem Willen nicht Rückschau halten sondern den heutigen Studenten Ausblicke auf zukünftige wissenschaftliche und berufliche Aufgaben geben sollte. Im Mittelpunkt des Kolloquiums standen ingenieurgeologische Aufgaben beim Stauseen- und Talsperrenbau sowie bei der Sanierung älterer Tunnelbauten.

Prof. Dr. Hans-Joachim Kämpel, Direktor des Instituts für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben in Hannover, (GGA), referierte über Untersuchungen zu den Ursachen von Erdbeben, die nach dem Bau zweier großer Stauseen in Indien in der Koyna-Warna Region auftreten. Erdbeben als Folge von Stauseen sind keine Seltenheit, wobei die Häufigkeit und Schwere der Beben im Allgemeinen in den ersten zehn bis 15 Jahre nach dem Bau der Stauseen stark abklingt. Das hypothetische Modell zur Erklärung dieses weltweit beobachteten Modell lautet: Ist die Erdkruste tektonisch vorgespannt, so kann die Wassersäule, ab einer Stauhöhe von 50-70 m, lokal zu Kompressionen und darauf folgend zu bruchartigen Ausgleichsbewegungen der Erdkruste führen. Hinzu kommt, dass die Wassersäule wie ein Stempel Wasser in Kluftsysteme im tiefen Untergrund hineindrückt und der Porenwasserdruck im Gebirge ansteigt. Dadurch wird das Gebirge entfestigt und Spannungen können sich in Beben entladen.

Die Besonderheit der Beben in Koyna-Warna ist, dass diese seit 35 Jahren konstant mehrmals jährlich in einer Stärke zwischen 4,5 bis rd. 5,5 (Richter-Skala) auftreten. Warum klingen die Beben in diesem Fall nicht ab? Zur Klärung dieser Frage führt die GGA mit indischen Partnern ein Forschungsvorhaben durch. Dafür wurden die jahreszeitlichen Schwankungen der Brunnenpiegel gemessen und diese korreliert mit den Regenfällen des Monsuns und der Häufigkeit und Intensität der Beben. Während des Monsuns stieg der Wasserpegel in den Stauseen und in den umliegenden Brunnen der Region. Die Höhe der Brunnenpiegel werden dabei als ein Maß des Porenwasserdrucks des Gebirges verstanden. Höhere Brunnenpiegel korrelierten mit der Häufigkeit und Intensität der Beben. Selbst die Verformung der Erdkruste durch die Gezeiten (Erde-Mond-Konstellation) ließ sich an den Brunnenpiegel ablesen, äußerte sich aber nicht in Beben.



Familie Reik vor der Aula der TU Clausthal.

Diese Beobachtungen legen die Vermutung nahe, dass in der Koyna-Warna Region die Gesteine im Untergrund der Stauseen besonders gute Grundwasserleiter sind und intensiv auf die Veränderungen der Höhe der Wassersäule in den Stauseen reagieren, die tektonische Vorspannung der Region führte, falls diese Vermutung stimmt, dann immer wieder zu bruchartigen Ausgleichsbewegungen, sprich Beben. Weitere Untersuchungen zu den Gebirgseigenschaften sollen folgen.

Prof. Dr. Michael Moser von der Universität Erlangen-Nürnberg konnte am Beispiel der großen katastrophalen Hangrutschung am Vajont-Stausee im Jahre 1964, einer Bogenstaumauer in den italienischen Alpen, zeigen, dass mit dem damaligen Wissen der Zeit die Katastrophe rechtzeitig hätte erkannt werden können, hätte man die warnenden Befunde nur ernst genommen, insbesondere einen steilen Anstieg der Hangrutschungsrate von wenigen Millimetern auf knapp 20 cm binnen weniger Tage kurz vor dem Ereignis; dieses Versäumnis kostete rund 200 Menschen das Leben. Beim Bau der Talsperre Schönbrunn in Thüringen Ende der 60er Jahre war die große Katastrophe noch in den Köpfen

aller präsent – umfangreiche Kontrolleinrichtungen waren die Folge.

Ein weiteres Arbeitsgebiet, mit dem Professor Reik sich in seiner 40-jährigen Tätigkeit als Ingenieurgeologe befasst hatte, stellte Dr.-Ing. Bernhard Fröhlich von der Ettliger Gesellschaft für Baugeologie und -Messtechnik vor: Die Sicherung alter Tunnel auf der Basis von Untersuchungen zur Tragfähigkeit und Belastung des Ausbaus. Insbesondere, wenn bei alten Tunnelbauten nachträglich im Fundament elektrische Leitungen verlegt und so das Fundament tiefer gelegt werden muss, können gefährliche Spannungen auftreten. Zur kontinuierlichen Beobachtung dieses potentiellen Gefahrenherdes stellte Dr.-Ing. Fröhlich mehrere Messverfahren vor.

Gelänge es bei der Verfeuerung von Erdöl, Kohle und Erdgas anfallendes Kohlendioxid im tiefen Untergrund dauerhaft einzuschließen, so wäre die klimaschädliche Wirkung fossiler Energieträger behoben. Und weil voraussichtlich das Potential der Energieeinsparung durch Effizienzerhöhung der Kraftwerksanlagen und der Einsatz regenerativer Energiequellen allein nicht ausreichen, um die gesetzte Zielmarke des Proto- ▶

Kohle ist die wichtigste Einsatzenergie für die **Stromerzeugung** weltweit. Dies gilt auch für die absehbare **Zukunft.**



RAG Coal International AG
Rellinghauser Str. 1-11
45128 Essen
Tel.: 0201 177-4025
www.rag-coalinter.de

kolls von Kyoto zu erreichen, wäre eine derartige Technologie, sofern sie bezahlbar bleibt, ein erheblicher Beitrag zur Lösung unserer Klimaprobleme. Dieser Aufgaben nehmen sich Forschungsvorhaben derzeit vorzugsweise in den USA an, und hierbei warten auch Aufgaben auf den Ingenieurgeologen, wie Professor Dr. Günter Borm vom Geoforschungszentrum Potsdam (GFZ) in seinem Vortrag skizzierte. Das GFZ hat hierzu bei der Europäischen Union ein Forschungsprojekt beantragt. In der Nähe von Berlin soll an einem neu zu errichtenden Kraftwerk die Abscheidung von Kohlendioxid sowie dessen Verpressung in den Untergrund erprobt werden; insbesondere muss untersucht werden, ob der langfristige Abschluss von der Biosphäre gewährleistet werden kann, sonst wäre das Verfahren kontraproduktiv. Im Zeitfenster der Einführung einer solchen neuen Technologie muss zuerst die Abscheidung von Kohlendioxid bei Verbrennungsprozessen in Kraftwerken technisch und wirtschaftlich optimiert werden; hierfür rechnete Professor Borm mit einem Entwicklungszeitraum von bis zu 15 Jahren. Ab dem Jahr 2008 wird Deutschland je Tonne Kohlendioxid ausstoß oberhalb des festgesetzten Limits 50 € im Rahmen des Emissionshandels als Strafzoll zahlen müssen; ein Grund mehr sich frühzeitig um Alternativen zu kümmern.

Dr. Christian Zemke, der den Nachmittag auch moderierte und bei Professor Reik kürzlich promovierte, stellte gemeinsam mit Professor Dr. D.P.F. Möller am Beispiel der Talsperre Leibis/Lichte den Einsatz neuronaler Netze in ingenieurgeologischen Fragestellungen vor.

Den Abschlussvortrag hielt Professor Dr. Edwin Fecker. Er übertrug eine Charakterisierung der

Schwaben durch Thaddäus Troll auf Professor Reik: „Ufrichtlich ond gradaus, guatmitlich bis dort naus, wenn's sein muaß, saugrob, dees isch der Schwoab.“ Kennengelernt hatten sie sich in Algerien, wo Gerhard Reik für seine Diplomarbeit kartierte. Von dort zog es Reik nach Kanada. An der Universität von Toronto promovierte Reik 1973 mit einer Arbeit, in welcher er den Zusammenhang zwischen der Mikrorissbildung und der Residualspannung klärte. Von 1973-79 war Reik als Wissenschaftler an der Universität Karlsruhe tätig. In dieser Zeit verfassten Professor Fecker und Professor Reik gemeinsam ein Lehrbuch zur Baugeologie, das mehrere Auflagen erlebt. „Es konnte also so schlecht nicht sein“, vermutete Professor Fecker. Von 1979 bis 1991 war Gerhard Reik Geschäftsführer einer ingenieurgeologischen Firma. Abwechselnd arbeitete er im Bereich der Standsicherheit von Kavernen, so beispielsweise beim Bau einer großen Kaverne in Indonesien oder an ingenieurgeologischen Fragestellungen für eine Neubaustrecke der Deutschen Bundesbahn. Alle vier bis sechs Wochen pendelte Dr. Reik so zwischen den Bauplätzen in Deutschland und Indonesien hin und her. Wenn seine Gesprächspartner den Nutzen und die Notwendigkeit bestimmter Verfahren, die er empfahl, nicht einsehen wollten, konnte Reik auch „saugrob“ werden, berichtete Professor Fecker. Das sei auch gut so gewesen, meinte Fecker, denn bei einem späteren Neubaulprojekt, an dem er während seiner Clausthaler Zeit nicht mehr beteiligt war, die Reik'schen Rüffel also fehlten, hätte die Deutsche Bundesbahn etliche Millionen Mark an Lehrgeld zahlen müssen.

Zu dieser mittlerweile fortgeschrittenen Stunde des Kolloquiums trafen Frau Reik und Sohn

Wolfgang samt dem vierbeinigen Familienmitglied Teddy ein. Letzterer langweilte sich schnell und jaulte, beantwortet mit amüsiertem Lachen im Auditorium. Ernst wurde es dann noch einmal, als Professor Reik, der eingangs auf das Angebot des Vizepräsidenten Professor Dr. Hans-Peter Beck in dessen Grußwort, er möge doch der Universität auch als Pensionär mit Ratschlägen zur Verfügung zu stehen, ebenso heftig wie spontan mit dem Kopf geschüttelt hatte, nun seinerseits das Wort ergriff. Er wünschte den Geowissenschaften an der TU Clausthal eine gute Zukunft und regte eine noch intensiver als bislang gepflegte Zusammenarbeit der geowissenschaftlichen Abteilungen an. So ließen sich vielleicht geowissenschaftliche Fragestellungen noch besser bearbeiten. Das Clausthaler Projekt mit Namen BAGIS, ein EDV-gestütztes räumliches Informationssystem für große Bauvorhaben, das in Zusammenarbeit der Institute für Geotechnik und Markscheidewesen (Prof. Dr. Ing. Wolfgang Busch), Informatik (Prof. Dr. D.P.F. Möller, heute Universität Hamburg) und seinem eigenen Bereich, der Ingenieurgeologie, über rund sechs Jahre hinweg entwickelt wurde, war ein Beispiel hierfür. ■

Wissenschaftlicher Faden nach 36 Jahren „Funkstille“ wieder aufgenommen

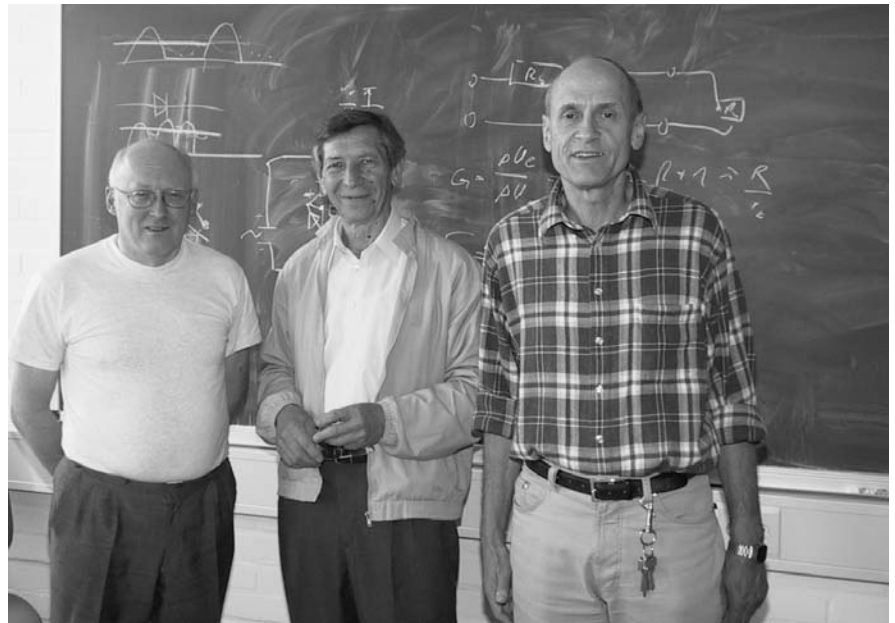
Im Februar 1965 kam ein junger Physiker aus dem ukrainischen Charkov zu Professor Dr. Herbert Mayer ans Physikalische Institut der Bergakademie/TH Clausthal. Charkov war eines der wissenschaftlichen Zentren der UdSSR und zählte 29 Hochschulen und 200.000 Studenten. Das Physikalische Institut der Bergakademie hatte seinen Sitz im Hauptgebäude an der Adolph-Roemer-Straße, räumlich beengt, wissenschaftlich erfolgreich, ein Anziehungspunkt für den jungen Wissenschaftler Dr. Nikolai Gladkikh. Im Herbst 2001 konnte der Faden wieder aufgenommen werden; bei seinem jetzigen Besuch im Juni wurde eine Erweiterung der Kooperation in die Wege geleitet.

Dr. Gladkikh untersuchte damals die Absenkung der Schmelztemperatur an dünnen Silber-, Kupfer- und Germanium-Schichten. Im Frühjahr '65 erlebte er den Umzug des Clausthaler Instituts ins Feldgrabengelände und dessen feierliche Eröffnung, zu dem berühmte Physiker, wie etwa der Nobelpreisträger Walther Gerlach kamen, sowie das große Kolloquium zu Ehren des 65. Geburtstags des „Dünne-Schichten-Papstes“, Professor Mayer. Das neue Institutsgebäude lag inmitten von Bergwiesen, einzig allein die Bibliothek setzte einen weiteren wissenschaftlichen Tupfer.

Im November 1965 kehrte Dr. Gladkikh in die Sowjetunion zurück; bis 1970 konnte er den Kontakt aufrechterhalten. Nach dem Zerfall der Sowjetunion suchte Professor Dr. Mykola Gladkikh - so wird sein Name heute im Pass auf Ukrainisch geschrieben - an den Faden zur Wissenschaft in Westdeutschland wieder anzuknüpfen. Vor zwei Jahren kam Professor Gladkikh zu einem Forschungsaufenthalt ans Institut für Angewandte Physik der Universität Hamburg und, auf Umwegen über Kontakte in den USA, im Herbst 2001 das erste Mal wieder in den Oberharz. Mit den Arbeitsgebieten der Ober- und Grenzflächenphysik sowie der Texturforschung des Instituts für Physik und Physikalische Technologien fanden sich schnell gemeinsame Berührungspunkte. Ein Kooperationsvertrag wurde geschlossen, der Deutsche Akademische Austauschdienst ermöglichte seitdem fünf begabten Studenten des Lehrstuhls für Physikalische Technologien am Institut für Hochtechnologie der Nationalen Karazin Universität einen Forschungsaufenthalt in der Clausthaler Physik. Mittlerweile sind mit Andrej Borodin und Sergiy Rudenkiy zwei seiner ehemaligen Studenten als

Doktoranden bei Professor Dr. Volker Kempter. Sein jetziger Besuch diente auch der Erweiterung der Kooperation zwischen der TU Clausthal und der Nationalen Karazin Universität auf andere

Zweige der Materialwissenschaften unter Einbeziehung des Physikalischen-Technischen Instituts des nationalen wissenschaftlichen Zentrums in Charkov.



Vor 38 Jahren das erste Mal zu Besuch: Prof. Dr. Mykola Gladkikh (Mitte) mit Prof. Dr. Robert Schwarzer (li.) und Prof. Dr. Volker Kempter (re.)



Einweihung Physikgebäude: Das neue Institutsgebäude im Frühjahr 1965.
Foto: Dr. Nikolai Gladkikh

15-jähriger Jungforscher zu Gast im Institut für Aufbereitung

Nach dem Praktikum: Bundesieger Chemie beim Jugend forscht Wettbewerb

Florian Grüßing wurde im März Landessieger im Fachgebiet Chemie beim Wettbewerb „Jugend forscht“ und gewann ein Forschungspraktikum an der TU Clausthal, das er in den Osterferien absolvierte. Ende Mai beim Bundeswettbewerb in Ludwigshafen überzeugte er wiederum die Jury und wurde Bundesieger. Die TU Clausthal gratuliert!

Florian Grüßing geht in die 12. Klasse und ist erst 15 Jahre alt, denn er hat zwei Klassen übersprungen. Wer nun in die Vorurteilsrille zu rutschen gedenkt, es handle sich bei ihm um einen Streber oder Stubenhocker, der liegt ganz falsch. Florian Grüßing ist nicht nur extrem helle, natürlich und aufgeschlossen, sondern auch ein Ten-

nis-As. Mehrfach holte er Pokale bei Amateurmeisterschaften auf Landesebene.

Zum Thema seiner Arbeit bei „Jugend forscht“ kam er durch eine Zeitungsnotiz: Im Straßenbau wurden bis etwa Mitte der 70er Jahre pechhaltige Bindemittel verwandt. Diese enthalten krebserregende Bestandteile und werden daher seit Januar letzten Jahres als gefährliche Abfälle eingestuft. Wird bei einer Straßenreparatur der Asphalt abgezogen, stellt sich die Frage, ob es sich um teer- oder bitumenhaltigen handelt. Im ersten Fall muss er als Sondermüll entsorgt oder für eine Wiederverwendung in Bitumenemulsionen eingeschäumt werden. So ist er gegenüber der Umwelt eingekapselt und kann,

ohne Mensch und Natur zu gefährden, wieder für den Straßenbau eingesetzt werden. Zur Entscheidung dieser Frage ist bislang eine gaschromatographische Untersuchung nötig. Florian Grüßing hat einen Schnelltest entwickelt; dieser liefert die Antwort in einer halben Stunde und kostet nur 50 Cent. Die Idee hierzu verfolgte er, ohne jeden Anstoß durch die Schule, zu Hause im eigenen Labor. Ein Unternehmen in der Nähe von Hannover erprobt das Verfahren zur Zeit.

In den Osterferien war er für zwei Wochen im Institut für Aufbereitung und Deponietechnik bei Prof. Dr.-Ing. Eberhard Gock und Frau Dipl.-Ing. Catherina Eschetshuber zu Gast. Frau Eschetshuber befasst sich in ihrer Promotion mit dem Recycling kryolithhaltiger Phosphatierschlämme und der zugehörigen Spülwässer. Sie erklärt: „Autokarossern, in unserem Fall mit einem Aluminiumanteil von rund zehn Prozent, werden vor der Lackierung in ein Phosphatierbad getaucht. Die Phosphorsäure beizt die Oberfläche, sie sprengt winzige Verunreinigungen und Oxide ab, die Oberfläche wird angeraut und es wächst eine Metallphosphatschicht auf. Diese ist ein Korrosionsschutz, auch haften Lacke besser. Nach jedem Tauchbad muss die Karosse mehrfach gespült werden. In den Spülwässern reichern sich u.a. Zink, Mangan und Nickel an.“ Diese Wertmetalle sollen elektrochemisch und über eine anschließende Laugungs- und Fällungsstufe abgetrennt und gemeinsam mit den am Boden der Bäder entstehenden Schlämmen recycelt werden. Das wieder saubere Wasser kann im Kreislauf geführt werden, so eine Zielsetzung des Forschungsvorhabens, für das die Audi-Werke in Neckarsulm im Falle des Gelingens ihr Interesse bekundet haben.

Zwei Wochen stand Florian Grüßing jeden Tag von acht Uhr morgens an bis halb sieben im Labor und führte Versuche durch. Alle Mitarbeiter im Institut für Aufbereitung und Deponietechnik sind sich einig: „Florian war eine Hilfe, wie ein richtig guter Student, und selbstverständlich ist er hier jederzeit wieder gern gesehen.“ ■



Florian Grüßing mit Dipl.-Ing. Catherina Eschetshuber im chemischen Labor des Instituts für Aufbereitung und Deponietechnik.

TU Clausthal macht Nägel mit Köpfen: Ein römisches Kriegsschiff auf der Donau

Im August 2004 wird in Regensburg beim „Fest im Fluss“ ein rund 20 Meter langes römisches Galeerenschiff im Taktschlag von 30 Ruderern wie ein Pfeil über die Donau dahin gleiten. Weltweit wird die „Regina“ damit der erste schwimm- und navigationsfähige Nachbau eines römischen Kriegsschiffes sein. Möglich wird dieses Projekt der beiden Althistoriker, Prof. Dr. Christoph Schäfer von der Universität Hamburg und Dr. Heinrich Konen, Universität Regensburg, auch dank des Sachverständes des Privatdozenten Dr. habil. Hans Ferkel vom Institut für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik der TU Clausthal.

„Bei der Bergung der Wracks von vier römischen Schiffen in Mainz vor einigen Jahren wurden auch die Überreste der originalen Nägel gefunden. Diese haben wir in den vergangenen Monaten in unserem Labor spektralanalytisch untersucht. So konnten wir die Materialzusammensetzung auf 1 Atom pro eine Million Atome genau bestimmen“, erklärt PD Dr. Ferkel. Um die Art und Weise, wie die Mainzer Nägel hergestellt wurden, nachvollziehen zu können, wurde gleichfalls der weitere Materialaufbau mit Hilfe von Gefügeuntersuchungen bestimmt. „Dieses Vorhaben ist sehr interessant für uns“, so Dr. Ferkel, „zumal wir uns sonst eher mit der Erforschung neuer Materialien beschäftigen.“

Für den Nachbau wurde eine Stahlsorte ausgewählt, die der historischen Legierung möglichst

nahe kommt. Im Juli wurden nun nach den Vorgaben der Clausthaler Wissenschaftler die benötigten 2800 Schiffsnägel- und bolzen in dem Langelsheimer Unternehmen ASGE Rünenapp von Hand geschmiedet.

„Die Hilfe der Clausthaler Werkstoffwissenschaftler ist für den Erfolg unseres Projektes außerordentlich wichtig, denn nur so ist gewährleistet, dass auch dieser Aspekt wirklich dem Original entspricht“, sagt der Althistoriker Professor Schäfer und fügt hinzu: „Dort, wo wir bei den historischen Quellen an Grenzen stoßen, haben uns die Erkenntnisse unserer Clausthaler Partner entscheidend weitergebracht.“

Die navis lusoria, das tanzende, spielende Schiff, übersetzt man den lateinischen Ausdruck ins

Deutsche, war ursprünglich ein auf den Flüssen eingesetztes Lustschiff, das offenbar mit Rudern angetrieben wurde. „Im militärischen Zusammenhang werden diese Schiffe auf dem Rhein erstmals für die zweite Hälfte des dritten Jahrhunderts erwähnt. Vor allem im vierten Jahrhundert entwickelte



Im Sommer 2004 wird der Stapellauf des ersten schwimm- und navigationsfähigen Nachbau eines römischen Lustschiffes sein.

sie sich auf Rhein und Donau zum Standardschiff der römischen Flussflotten“, erklärt Dr. Heinrich Konen von der Universität Regensburg. „In Mainz liegen aus dem späten vierten Jahrhundert vier Wracks vom Typ eines sehr schlanken Ruderkriegsschiffs vor, die mit dem Typ der navis lusoria gleichzusetzen sind“, sagt Professor Schäfer. „Laut unserer Berechnungen wird es bis zu 10 Knoten (ca. 18 km/h) schnell sein.“

„In den römischen Quellen der Zeit wird berichtet, dass Kriegsschiffe diesen Typs auf der Donau eingesetzt wurden. Aus der Sicht der althistorischen Forschung ist die praktische Erprobung der Lusoria von großer Bedeutung. Es lässt sich damit ein klares Bild über ihr Leistungsvermögen und ihre Fahreigenschaften gewinnen“, sagt Dr. Konen.

„Die TU Clausthal freut sich, die Arbeit der Althistoriker unterstützen zu können“, sagt PD Dr. Ferkel. ■



Unter Anleitung von PD Dr. Ferkel (Mitte) wurden die 2800 Schiffsnägel- und bolzen nun von Hand geschmiedet.

Elektronische Zeitschriftenbibliothek (EZB)

Der Zugang zu Online-Zeitschriften an der TU Clausthal

Seit fast zwei Jahren bietet die Universitätsbibliothek Clausthal mit der *Elektronischen Zeitschriftenbibliothek* einen komfortablen Service zur effektiven Nutzung wissenschaftlicher Volltextzeitschriften im Internet. In der ersten Hälfte dieses Jahres wurden 4000 Zugriffe auf die Zeitschriften der EZB gezählt. (Nicht enthalten in dieser Zahl sind dabei die Zugriffe, die nicht über die EZB sondern direkt über die Homepage einer Zeitschrift laufen).

So erreichen Sie die EZB:

Homepage der UB → Elektronische Bibliothek → Elektronische Zeitschriftenbibliothek
oder <http://rzblx1.uni-regensburg.de/ezeit/>

Die *Elektronische Zeitschriftenbibliothek* umfaßt zur Zeit 16552 Titel zu allen Fachgebieten, davon 1887 reine Online-Zeitschriften.

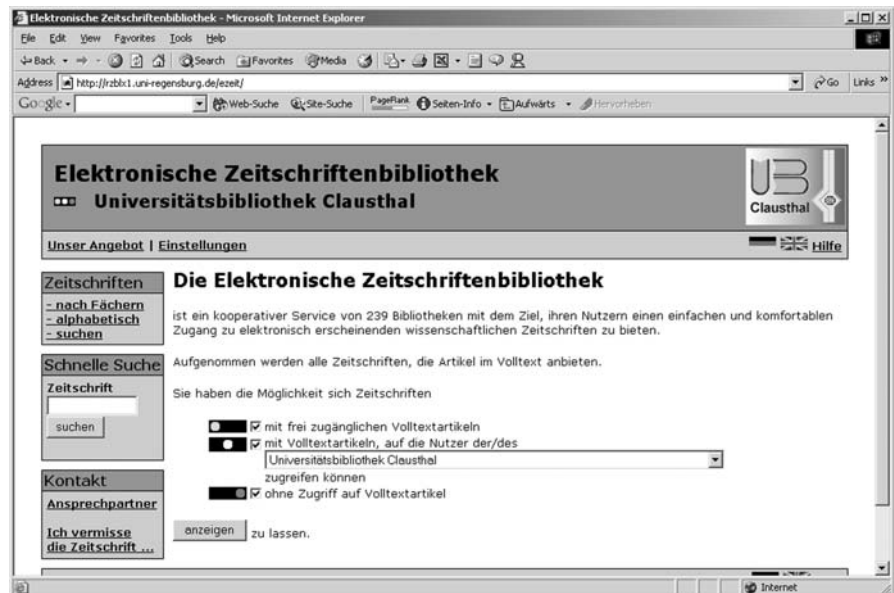
Die UB hat zur Zeit etwa 1700 elektronische Zeitschriften lizenziert. Ein Teil der Zeitschriften (180 Titel) beruht auf kostenlosen Parallelausgaben zu Printzeitschriften. Daneben haben wir über verschiedene Konsortien Zugang zu Zeitschriften der Verlage **Springer, IOP, Blackwell, Kluwer** und den Zeitschriften **Nature, Nature Materials and Science**. Zusammen mit den Fachzeitschriften, die im Volltext frei zugänglich sind, ist es somit möglich, mehr als 7000 Volltextzeitschriften aller Fachgebiete einzusehen.

Die *Elektronische Zeitschriftenbibliothek* informiert den Benutzer über ein „Ampelsystem“, welche Zugriffsrechte bei der jeweiligen Zeitschrift bestehen:

- Grün bedeutet, dass die Volltexte frei zugänglich sind.
- Gelb heißt, dass die Zeitschrift für Angehörige der TU Clausthal im Campusnetz freigeschaltet ist.
- Zeitschriften, die weder für die TU lizenziert noch frei zugänglich sind, haben eine rote Ampel. Häufig kann man bei diesen Zeitschriften aber das Inhaltsverzeichnis und auch die Abstracts einsehen.

Bei der gelben Ampel gibt es über das „**Readme**“ weitere Informationen. Die meisten Zeitschriften sind für das Campusnetz über IP-Adressen freigeschaltet. Bei einigen Titeln benötigt man jedoch ein Passwort, das man auch über die „**Readme**“-Datei erhält (allerdings nur innerhalb des Campus!).

Fachlich relevante elektronische Zeitschriften der UB Clausthal (Stand: 08.03)



Eine **Titelliste** der für die UB Clausthal lizenzierten und/oder der kostenlos zugänglichen elektronischen Zeitschriften erhalten Sie, wenn Sie in der EZB auf „Einstellungen“ klicken.

Dort setzen Sie je nach gewünschter Liste das Häkchen bei der gelben und/oder grünen Ampel und lassen sich dann die Zeitschriften alphabetisch anzeigen.

Bärbel Wemheuer

Kontakt:

Stefanie Kaiser;
Tel.: 26 93;
kaiser@club.tu-clausthal.de

Bärbel Wemheuer;
Tel.: 23 50;
wemheuer@club.tu-clausthal.de

Fachgebiet	Lizenzierte Zeitschr. (gelbe Ampel)	Kostenlose Zeitschr. (grüne Ampel)
Chemie und Pharmazie	202	138
Elektrotechnik, Mess- und Regelungstechnik	58	80
Energie, Umweltschutz, Kerntechnik	70	81
Geographie	21	76
Geologie und Paläontologie	77	73
Informatik	123	183
Maschinenwesen, Werkstoffwissenschaften, Fertigungstechnik, Bergbau u. Hüttenwesen, Verkehrstechnik, Feinwerktechnik	143	65
Mathematik	136	151
Naturwissenschaft allgemein	15	95
Physik	181	182
Technik allgemein	37	258
Verfahrenstechnik, Biotechnologie, Lebensmitteltechnologie	44	38
Wirtschaftswissenschaften	90	468
Wissenschaftskunde, Forschung, Hochschul-, Museumswesen	3	113
Summe	1.200	2.001

Erfolgreicher Lehrgang für Fach- und Führungskräfte in der mineralischen Rohstoffindustrie

Die Fach- und Führungskräfte der mineralischen Rohstoffindustrie, einschließlich der dazugehörigen Maschinenindustrie, setzen sich aus Absolventen zahlreicher Fachrichtungen außerhalb des Fachgebietes Bergbau, wie z.B. Geowissenschaften, spezielle Verfahrenstechnik, Bauingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik, Wirtschaftswissenschaften, Jura, Biologie, Umweltschutz und Chemie zusammen.

Unabhängig von dem Verantwortungs- und Aufgabengebiet sowie der Zuständigkeit bildet das bergbauliche Grundlagenwissen den gemeinsamen Nenner aller Beteiligten in der Praxis der mineralischen Rohstoffwirtschaft. Die Entwicklung von Marktstrategien, kompetente Beratung und Pflege der Kunden, Rohstoff und Qualitätssicherung, sichere und wirtschaftliche Betriebsorganisation, also das „mineralische Rohstoffmanagement“, setzt bergbauliche Fachkenntnisse voraus.

Der Lehrstuhl für Tagebau und Internationaler Bergbau am Institut für Bergbau der Technischen Universität Clausthal hat diesen Bedarf der Industrie aufgegriffen:

Vom 24. bis 27. März fand erstmalig der Aus- bzw. Fortbildungskurs „Lehrgang für Fach- und Führungskräfte in der mineralischen Rohstoffindustrie“ mit dem Schwerpunkt der „Rohstoffgewinnung im Tagebau“ statt. Die Ankündigung dieser Fachveranstaltung war bereits im Vorfeld auf großes Interesse seitens der Industrie gestoßen, entsprechend hoch war die Zahl der Anmeldungen. Prof. Dr.-Ing. Hossein Tudeshki und seine Mitarbeiter waren erfreut darüber, schließlich 30 Personen aus dem In- und Ausland, die aus den Bereichen fossile Brennstoffe, Naturstein-, Kalk- und Zement-, Sand- und Kies-, Maschinenindustrie, Verbänden sowie Banken und Versicherungen kamen, zum Lehrgang begrüßen zu können.

Als Lehrinhalte der Veranstaltung wurden die Aspekte der Lagerstättenerfassung und -bewertung, tagebautechnische Prozesse, Gewinnung, Transport und Verkipfung, Betriebsmittelauswahl und -dimensionierung behandelt. Als Gastdozent referierte Herr Dr. Klaus Freytag, Präsident des Landesbergamtes Brandenburg in Cottbus über die rechtlichen Rahmenbedingungen bei der Rohstoffgewinnung.

Anhand von ausgewählten praktischen Beispielen wurden die Lehrinhalte vertieft und zur Diskussion gestellt. Den Teilnehmern wurden als Nachschlagewerk und zur Vertiefung der Materie eigens für die Veranstaltung erstellte, detaillierte Studienunterlagen zur Verfügung gestellt.

Höhepunkt des Rahmenprogramms zum Lehrgang war eine Befahrung des historischen Roderstollens im ehemaligen Erzbergwerk Ramelsberg in Goslar, welche von allen Beteiligten mit großem Interesse aufgenommen wurde.

Aufgrund der positiven Resonanz seitens der Teilnehmer sowie der starken Nachfrage nach einem Ergänzungskurs mit dem Schwerpunkt „Aufbereitungstechnik“ wird das Angebot in Kooperation mit dem Institut für Aufbereitung und Deponietechnik der TU Clausthal dementsprechend erweitert. Für die Zukunft ist geplant, zwei Kurse mit den Schwerpunkten „Rohstoffgewinnung im Tagebau“ und „Aufbereitung und Recycling von mineralischen Rohstoffen“ anzubieten. Nähere Informationen werden zu gegebener Zeit rechtzeitig bekannt gegeben.

Gäste aus Frankreich



Franzosen: Seit über zehn Jahren hat die TU Clausthal in den Materialwissenschaften einen beständigen Zustrom von Studenten aus Frankreich.

Sechs Studenten der Universität Le Mans in Frankreich waren in diesem Sommer zu Gast an der TU Clausthal. In den Instituten für Werkstoffkunde und Werkstofftechnik (Prof. Dr. Juri Estrin) und Polymerwerkstoffe und Kunststofftechnik (Prof. Dr.-Ing. Gerhard Ziegmann) fertigen sie ihre Studienarbeit an. In beiden Instituten haben die Gäste aus Frankreich mit Dipl.-Ing. Jean Frederic Castagnet und Dipl.-Ing. Jean Noel Doerr jeweils Brückenköpfe der eigenen Sprache – falls sie einmal mit ihrem Deutsch nicht weiterkommen sollten. Die Clausthaler Werkstoffwissenschaften verfügen traditionell über gute Kontakte nach Frankreich. So war die TU Clausthal auch die erste deutsche Universität, welche Ende der 80er Jahre mit der Universität Metz ein deutsch-französisches Doppeldiplom einführte. Seit dieser Zeit kommen viele französische Ingenieursstudenten für einen Abschnitt ihres Studiums nach Clausthal-Zellerfeld; zur Zeit sind sieben Studenten aus Metz an der TU Clausthal. Im Wintersemester sind vier weitere Gäste eingetroffen. ■

Gladiatoren besuchten ihre Universität



23 Clausthaler Bergingenieure des Examensjahrganges 1953 nahmen am 16. Mai im Senatssitzungszimmer der TU Clausthal ihre goldene Examensurkunde aus den Händen des Vizepräsidenten Professor Dr.-Ing. Hans-Peter Beck entgegen. Rund 500 Studenten zählte die Bergakademie Clausthal damals, nahezu ausschließlich angehende Bergingenieure und Hüttenleute.

„Wir stammen ja aus einer ganz anderen Zeit und müssen heute aufpassen nicht als Fossilien ausgestellt zu werden“, sagte Professor Dipl.-Ing. Gotthard Fürer und machte dabei die Handbewegung des Aufspießens von Insekten.

Die versammelten „Alten“ hatten Krieg und Gefangenschaft überlebt. Ihr Studium mussten sie sich durch Arbeit auf den Bergwerken verdienen. Vor fünfzig Jahren habe es nicht eine so schöne Examensfeier gegeben, sagte Professor Fürer, denn die meisten hätten sofort ihre ersten Stellen angetreten. Doch da beugte sich einer der Herren, Typ „intelligenter Charakterkopf“, zum Berichterstatter vor und ergänzte die Schilderung, knochentrocken: „Ich war erst einmal zwei Tage besoffen.“

Hört man den Lebenswegen zu, ist das Glücksgefühl nicht ganz unverständlich. Mitunter fing man zuerst ein Jurastudium an, wechselte zur Geologie und hörte die naturwissenschaftlichen Grundvorlesungen, tauschte den Geologiestudienplatz und kam so, auf Umwegen, zum Bergbaustudium nach Clausthal. In Windeseile musste das Vorexamen „gebaut“ werden und vier Semester später wurde das Hauptexamen abgelegt. Professor Fürer tippte weitere Erinnerungen an, so sei der Mathematiker, Professor Mettler während der Klausuren durch die Reihen gegangen, den einen ermunternd, den anderen warnend. Bei den Professoren Dorstewitz und Wöhlbier sei einem in der Examensprüfung erst einmal eine Havanna angeboten worden. Drohte man auf eine falsche Fährte zu geraten, kam der Hinweis: „Nun nehmen Sie erst mal einen Zug!“

Professor Beck stellte in seinem Kurzvortrag das heutige Profil der TU Clausthal vor und benannte Problemfelder und Vorstellungen der Universität zu ihrer Strategie. „Es war richtig, dass die Universität, neue Entwicklungen wie den Umweltschutz aufgegriffen hat“, sagte Professor Fürer, aus den Erfahrungen seiner Zeit als Präsident des Obergbergamtes Clausthal schöpfend. Aus kräf-

tigen Kehlen wünschten die Jubilare der TU Clausthal ein dreifaches „Glückauf!“ Auf dem Weg zum Gruppenphoto wurde Professor Fürer von seinen Kommilitonen zu seiner Rede beglückwünscht: „Hätten wir Dir gar nicht zuge-
traut!“, was jener mit Lachen quittierte. ■

MINING 2003

Im vergangenen Jahr hatte die MINING, der Clausthaler Kongress für Bergbau und Rohstoffe Premiere. 2003 profitierte sie von der Auftaktveranstaltung und erneut von den Themen, die auch diesmal wieder einem breiten Spektrum folgten. Fachleute aus den Bergbaubereichen Kalk, Kohle, Naturstein, Kies und Sand sowie Zement, wie auch Vertreter der Zuliefer- und Maschinenindustrie waren am 16. und 17. Juni nach Clausthal gekommen, um aktuelles Wissen und neue Erkenntnisse auszutauschen, darunter zahlreiche Experten aus dem Ausland. Die fachlich-ideelle Trägerschaft der Veranstaltung übernahmen die Verbände Debriv (Braunkohle), BKS (Kies und Sand), iste (Steine, Erden, Recycling) Deutscher Gesteinsverband (Kalk und Naturstein) sowie GDMB (Erze).

Das Organisationsteam um den Initiator der MINING, Prof. Dr.-Ing. Tudeshki, Inhaber des Lehrstuhls für Tagebau und Internationaler Bergbau, hat auch in diesem Jahr wieder mit großem Engagement zum erfolgreichen Gelingen der Veranstaltung beigetragen. Für die Moderation der Fachvorträge konnte außerdem WDR-Fernsehmoderatorin Bettina Staubit gewonnen werden.

Die Fachvorträge am Auftakttag der MINING 2003 beinhalteten allgemeine Themen zum Kohlendioxid-Emissionshandel, Energy and Future sowie die nachhaltige Entwicklung und der Abbau mineralischer Rohstoffe. Für den zweiten Veranstaltungstag waren vier Themenkomplexe vorgesehen, die jeweils durch Fachvorträge ausgefüllt waren:

Vortragskomplex *„Realisierung eines Rohstoffprojektes - von der Planung bis zur Inbetriebnahme“*: Realisierung eines Rohstoffprojektes, Konzeption einer modernen Aufbereitungsanlage und Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage.

Vortragskomplex *„Gestaltung von Tagebauböschungen - Ein Konflikt zwischen Wirtschaftlichkeit und Sicherheit“*: Wissenstransfer aus Braunkohlentagebauen in die Steine- und Erdenindustrie, Beurteilung der Standsicherheit von Felsböschungen.

Vortragskomplex *„Rohstoffgewinnung in Europa“*: EU-rechtliche Bestimmungen und Auswirkungen auf den Bergbau, Genehmigungsverfahren für Tagebaue nach polnischem Bergrecht.

Vortragskomplex *„Einsatz von Sekundärrohstoffen in der mineralischen Rohstoffindustrie“*: Grundlagen und Randbedingungen bei der Sekundärrohstoffverwertung in der Zementherstellung, Sekundärbrennstoffe in der Zementindustrie und deren Auswirkungen auf den Betriebsprozess und die Umwelt.

Begleitet wurde die Vortragsveranstaltung von einer hochkarätig besetzten Fachaussstellung, in der u.a. neueste Entwicklungen und Produkte aus dem Bergbausektor sowie Fachzeitschriften und Literatur dem Fachpublikum präsentiert wurden. Den Abschluss des ersten Veranstaltungstages bildete ein gemütlicher Grillabend mit Live-Musik vor der Aula der TU Clausthal, wobei das gute Wetter zum Aufenthalt unter freiem Himmel einlud und weiteren Anlass zum Dialog bot.

Informationen zur MINING 2003 unter www.mining2003.de. ■

Zahlentheorie-Tag an der TU Clausthal

Der 27. Juni war ein besonderer Höhepunkt für die Forscher am Institut für Mathematik der TU Clausthal. Prof. Lutz G. Lucht und Dr. Christian Elsholtz hatten zum Zahlentheorie-Tag eingeladen. Zahlreiche Wissenschaftler aus dem In- und Ausland waren der Einladung gefolgt und nach Clausthal gekommen. Prof. Karl Dilcher hatte sogar die weite Anreise aus dem kanadischen Halifax auf sich genommen.

Neben einem umfangreichen Vortragsprogramm war der Tag gefüllt mit Gesprächen und Diskussionen. Wie viele Möglichkeiten gibt es, eine natürliche Zahl als Summe von drei Quadratzahlen darzustellen? Zu dieser leicht gestellten aber schwer zu beantwortenden Frage präsentierte Prof. Jörg Brüdern aus Stuttgart neue Forschungsergebnisse. Prof. Eduard Wirsing aus

Ulm berichtete über Fortschritte bei der Lösung eines Problems über multiplikative Funktionen, das ungarische Mathematiker 1998 aufgestellt hatten. Prof. Karl-Heinz Indlekofer stellte ein neues Konzept vor, das Methoden der Maßtheorie für arithmetische Funktionen verfügbar macht.

Die 15 Gäste, meist Professoren an anderen Universitäten, pflegen z.T. Jahrzehnte lange Kooperationen mit der Arbeitsgruppe Zahlentheorie am hiesigen Institut für Mathematik. Sich in dieser Zusammensetzung mit allen persönlich austauschen zu können, stellt aber eine Besonderheit dar. „Man kann in der mathematischen Forschung nicht nur per e-mail zusammenarbeiten. Bei wirklich schwierigen Problemen muss man sich auch mal persönlich zusammensetzen“,

sagte Prof. Lucht. So kam es auch am Zahlentheorie-Tag zu anregenden Diskussionen über aktuelle Forschungsarbeiten. Viele der Wissenschaftler haben bereits gemeinsame Artikel veröffentlicht und arbeiten an weiteren.

Den Bogen zur aktuellen industriellen Anwendung schlug Dr. Klaus Reifenrath mit seinem Vortrag über die Automatisierung der Telefonauskunft. Seit seiner Promotion an der TU Clausthal arbeitet er in der Softwareentwicklung. Die Teilnehmer waren sich über den Erfolg der Veranstaltung einig und gingen mit der Absicht zu weiterer Kooperation auseinander. Wann und wo der nächste Zahlentheorie-Tag stattfindet, ist noch offen. ■

Carl-Zeiss-Stiftung fördert Glasforschung an der TU Clausthal

Bereits im zweiten Semester nach seiner Berufung nimmt Professor Dr.-Ing. Joachim Deubener eine Spende aus dem Wissenschaftsfond der Carl-Zeiss-Stiftung in Höhe von 5000 € entgegen.

Mit dem Treffen zwischen Dr. Volker Rupertus, Leiter Analytik Messtechnik Service (AMS), Dr. Hildegard Römer, Leiterin Schmelze und Heissformgebung, der Firma Schott Glas, Mainz, und dem Inhaber des Lehrstuhls „Glas und Glastechnologie“ Prof. Joachim Deubener, begleitet von Privatdozent Dr. Gerhard Heide und Dr.-Ing. Roland Heidrich, wird an eine jahrzehntelange Zusammenarbeit der Firma Schott mit dem ehemaligen Lehrstuhlinhaber Prof. a. D. Günther Heinz Frischat angeknüpft.

Diese Spende soll zum einen die an der Professur etablierten und laufenden Forschungsthemen Beschichtung und Oberflächenanalytik von Glas und der Analyse der im Glas gelösten Gase weiter fördern. Zum anderen dient die Zuwendung dem Aufbau neuer Forschungsfelder, insbesondere im Bereich der Technologie der Glasherstellung und Glasverarbeitung. Aktuelles Thema ist das Fließverhalten vom Rohstoffgemenge in den verschiedenen Schmelzstadien.

Ein weiteres Forschungsthema von Prof. Deubener ist das behälterlose Schmelzen spezieller Glaszusammensetzungen in Spiegelöfen. Diese innovative Methode verspricht u. a. die Herstel-



Bei der Übergabe vor dem Institut für Nichtmetallische Werkstoffe Dr. Volker Rupertus, Schott AG (li.) und Prof. Dr. Joachim Deubener (re.) im Kreis der Mitarbeiter.

lung von Gläsern mit interessanten photonischen Eigenschaften und neuen Möglichkeiten für die Anwendung in den optischen Technologien.

Der Spendenbrief wurde am 13. Mai Prof. Deubener und seinen Mitarbeitern in Clausthal überreicht. ■

Kolloquium „Fördertechnik im Bergbau“

Am 28. und 29. Januar 2004 führt die Abteilung für Maschinelle Betriebsmittel in Bergbau und Geotechnik des Instituts für Bergbau ein Kolloquium zur Fördertechnik im Bergbau durch. Dieses Kolloquium betrifft alle Bereiche der stetigen und unstetigen Fördertechnik, die im Bergbau Anwendung finden.

Der Begriff Bergbau schließt hier neben den klassischen Sparten Kali und Salz, Braunkohle, Steinkohle und Erz auch die Steine- und Erden-Industrie mit ein. Das umfangreiche Thema Fördertechnik soll durch Vorträge und Workshops

behandelt werden. Gewünscht werden Vorträge aus Unternehmen der Bergbau- und Rohstoffindustrie, aus Bergbauzulieferfirmen sowie aus Forschungseinrichtungen und Hochschulen.

Fachleute aus den oben genannten Gebieten, die auf dieser Tagung einen Vortrag präsentieren möchten, werden gebeten, eine Kurzfassung einzusenden. Die Vorträge sollten eine Länge von 20 bis 25 Minuten haben.

Kurzfassungen und Vorschläge zu Workshops bitte an Professor Langefeld.

Es besteht auch die Möglichkeit, Unternehmen und Produkte im Rahmen einer begleitenden Fachausstellung zu präsentieren.

Für weitere Informationen stehen Ihnen gerne zur Verfügung:

Prof. Dr.-Ing. Oliver Langefeld
Dipl.-Ing. Christian Mues
Telefon 0 53 23 / 72 - 31 80
Telefax 0 53 23 / 72 - 23 77



Schülerseminar Bergbau und Rohstoffe am 11. und 12. Januar

Mit gespannten Erwartungen fanden sich am 11. und 12. Januar zwölf Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufen zum diesjährigen Schülerseminar „Bergbau und Rohstoffe“ in Clausthal ein. Die vom Fachbereich Geowissenschaften, Bergbau und Wirtschaftswissenschaften organisierte Veranstaltung stand unter dem Motto *„Globale Rohstoffgewinnung - Bergbau und der Bedarf an mineralischen Rohstoffen heute und morgen“*.

Ziel des zweitägigen Seminars seitens der Organisatoren war es einerseits, bei den Teilnehmern das Interesse für den Studiengang Geotechnik, Bergbau und Erdöl-/Erdgastechnik zu wecken, inklusive aller Vorzüge, die das Studium an der TU Clausthal, mit seiner persönlichen Atmosphäre und stark industrie- und forschungsorientierten Lehre bieten kann. Andererseits galt es, ein gewisses Grundverständnis für die Notwendigkeit bergbaulicher Aktivitäten angesichts des

steigenden Rohstoff- bzw. Energiebedarfs zu vermitteln.

Nach der Begrüßung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch Professor Hossein Tudeszki am Institut für Bergbau erfolgte die Fahrt mit Bussen zum Steinbruch Steinbergen der Schaumburger Steinbrüche GmbH & Co. KG, wo die Gruppe von Betriebsleiter Karl im Konferenzraum empfangen wurde. Anschließend referierte Professor Tudeszki über die Vielfalt mineralischer Rohstoffe und des Bergbaus sowie über die globale Bedeutung der Rohstoffversorgung. Nach dem gemeinsamen Mittagessen stand die Besichtigung der Ausstellung „Steinzeichen“ auf dem Programm. In einem zweistündigen Rundgang unter der Führung von Herrn Karl konnte das zuvor gehörte veranschaulicht werden. Dazu bot u.a. das „Haus der Mineralien“ und der Blick auf den Steinbruch vom 28m hohen „Jahrtausendblick“ eine gute Gelegenheit.

Die zweite Vortragsreihe des Tages begann mit

einer Vorstellung des Studienganges Bergbau an der TU Clausthal, worin den Schülerinnen und Schülern der Aufbau und Ablauf des Studiums erläutert wurden, ergänzt durch einige Ausführungen zum studentischen Leben in Clausthal und eigenen Erfahrungen beim Studium aus der Sicht eines Studenten.

Nach der Rückfahrt nach Clausthal fand sich die Seminargruppe zur gemütlichen Abendveranstaltung in der von Studenten selbstverwalteten Kneipe „Querschlag“ ein, wo beim gemeinsamen Abendessen mit Livemusik in lockerer studentischer Partyatmosphäre die Möglichkeit bestand, mit Studenten, Mitarbeitern und Professoren der Universität bis tief in die Nacht weiter ins Gespräch zu kommen.

Der zweite Tag der Seminarveranstaltung begann mit einer Vortragsreihe am Institut für Bergbau. Mitarbeiter des Instituts referierten über die vielfältigen Berufs- und Karriereaussichten eines Bergbauabsolventen nach dem Abschluss des Studiums sowie über die Tätigkeiten eines Bergbauingenieurs am Beispiel der computergestützten Bergbauplanung. Anschließend informierten Professoren des Instituts über aktuelle Forschungsbereiche, wie z.B. die untertägige Altlastendeponierung, Konstruktion und Prüfung von Brennstoffzellen, Prüfverfahren für flexible Schüttgutbehälter, die Entwicklung eines laser-optischen Verfahrens zur Materialanalyse sowie Untersuchungen zu sprengstofflosen Methoden der Gesteinszerstörung. Die Vorträge wurden durch die Besichtigung der Versuchsstände und Werkshallen abgerundet.

Im Laboratorium zur Aufbereitung mineralischer Rohstoffe demonstrierte Dr. Volker Vogt (Institut für Aufbereitung) anhand von anschaulichen Versuchen die klassische Rohstoffaufbereitung mit dem Ziel der Herstellung verkaufsfähiger Produkte.

Fazit: Das diesjährige Schülerseminar war aus der Sicht der Organisatoren durchaus eine gelungene Veranstaltung. Es war auf der ganzen Linie gelungen, bei den Schülerinnen und Schülern das Interesse an Clausthal, am Bergbau wie auch am Bergbaustudium zu wecken, so das Feedback der Teilnehmer. Vor allem die bergbauliche Exkursion zur Ausstellung „Steinzeichen“ und die anschauliche Präsentation und Vorführung der Versuchsstände und -geräte stieß auf großes Interesse.



Studenten der TU Clausthal unterstützten Bauausschuss der Bergstadt Clausthal-Zellerfeld

Dreiminütiger virtueller Film zeigt Neubau der zentralen Feuerwache

Die Samtgemeinde Clausthal-Zellerfeld trägt sich mit dem Gedanken eines Neubaus einer Feuerwache, welcher die Feuerwachen in Clausthal und Zellerfeld an zentraler Stelle, auf den Spittelwiesen gegenüber dem Institut für Metallurgie, in einem Neubau zusammenführen soll. Die Baukosten werden mit zehn Millionen € veranschlagt. Das Gebäude soll eine Fläche von 70 x 70 Meter einnehmen. Das Gelände muss hierfür um rund dreieinhalb Meter angeschüttet werden.

Studenten der TU Clausthal realisierten in diesem Sommersemester in einem gemeinsamen Praktikum am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (Abteilung Anlagenprojektierung und Materialflusslogistik, Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht) in einer Visualisierung, einem rund dreiminütigen Film, wie das Gebäude sich, in zwei Varianten, einmal in I-Form und einmal in L-Form, in die Landschaft einfügen würde. In einer Präsentation im Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit wurde der Film am 7. Juli dem Bauausschuss der Bergstadt Clausthal-Zellerfeld vorgestellt und über dessen Entstehung berichtet.



Die Zentrale Feuerwache, wie sie einmal an ihrem Standort an der Altenauer Straße aussehen könnte.



Das Projektteam: (v.l.n.r.): Arno Filter, Jonas Fischer, Sven Mandel, Mustafa Turhan, Dipl.-Ing. Andreas Abel, Naomi Thimm, Kai Danneberg, Cumhur Girgin, Franziska Schäfer, Astrid Ende, Walter Lampe, Bürgermeister der Bergstadt Clausthal-Zellerfeld, Prof. Dr.-Ing. Uwe Bracht.

Dem siebenköpfigen Team waren von der Stadt die Bebauungspläne und die topographischen Karten im Umkreis des geplanten Objektes sowie die beiden Entwürfe zum Grundriss der Feuerwache zur Verfügung gestellt worden. Mit Hilfe der Visualisierungssoftware 3-D Studio Max und eigenen Fotos des Arbeitsamtes, der Aula und des Instituts für Metallurgie wurde sodann, beginnend auf der „grünen Wiese“, im Rechner mit einer wirklichkeitsnahen Konstruktion des Gebäudekomplexes, der eine Gesamtlänge von 70 m besitzen soll, begonnen. Sodann musste die Beleuchtung und der Kamerapfad festgelegt werden.

Bürgermeister Walter Lampe zeigte sich von der Leistung der Studierenden beeindruckt, würdigte den Film als eine wertvolle Hilfe zur Entscheidungsfindung und dankte den Studierenden und Professor Bracht als Betreuer. ■

Auf schnellstem Weg zu Prototypen kommen

Institut für Maschinenwesen lud Industrie zu einer Informationsveranstaltung ein

Professor Dr.-Ing. Norbert Müller und seine Mitarbeiter im Institut für Maschinenwesen luden am Dienstag, den 22. Juli die mittelständische Industrie der Region zu einer Informationsveranstaltung zum Thema „Rapid Prototyping und Rapid Tooling“ ein.

Was verbirgt sich hinter den englischen Fachbegriffen? Unter dem Druck der internationalen Konkurrenz sieht sich die Industrie zu immer kürzeren Produktentwicklungszeiten genötigt. Können Prototypen und Werkzeuge schnell gefertigt werden, so beschleunigt dies die Entwicklung und spart Kosten. Metallischen Prototypen können heute, neben dem konventionellen Weg einer schmelzmetallurgischen Herstellung, aus einem Bronzepulver hergestellt werden, indem die in eine Form geschütteten Metallkörner durch einen Laser lagenweise verschmolzen werden. Das Bauteil wächst, Schicht um Schicht. So werden auch neuartige Bauteilformen möglich. Auf gleichem Wege können auch Werkzeuge hergestellt werden. Am Institut für Maschinenwesen werden bei Professor Dr.-Ing. Norbert Müller an einer Lasersinteranlage Prototypen nach ihrer Generierung im Computer binnen weniger Monate für die Industrie gefertigt und dabei auftretende Probleme wissenschaftlich analysiert. Professor Müller stellte die jüngsten Arbeiten und das Potential des Instituts für Maschinenwesen auf diesem Gebiet vor.

Am Institut für Schweißtechnik und Trennende Fertigungsverfahren wurden von Prof. Dr. Ing.

Volker Weßling und seinen Mitarbeitern im Auftrag der BMW Werke derartige Prototypen auf ihre Werkstoffeigenschaften hin untersucht. Da solche Prototypen immer aufgrund ihres Herstellungsweges Restporositäten aufweisen, unterscheiden sie sich deutlich von schmelzmetallurgisch hergestellten. Für dynamische Belastungen sind sie noch nicht geeignet und werden dies auch in den kommenden 20 bis 30 Jahren nicht sein“, berichtete Professor Weßling. Sollten sie aber unter einer Druckbelastung eingesetzt werden, seien sie sehr wohl mit dem Eigenschaftsprofil konventionell hergestellter Prototypen vergleichbar.

Dipl.-Ing. Michael Bosse stellte eine vom Clausthaler Institut für Polymerwerkstoffe und Kunststoffverarbeitung verfolgte neue Produktentwicklung vor, bei welcher diese, allgemein als Nachteil betrachtete, Eigenschaft der Restporosität den Zugang zu einer neuen Produktionsweise eröffnet, dem Papierspritzgießverfahren. Hierbei soll aus einer Papiersuspension der Faseranteil in



Industrievertreter im Gespräch mit Prof. Dr.-Ing. Volker Wesling (2.v.l.), Prof. Dr.-Ing. Norbert Müller und Dipl.-Ing. Detlef Trenke.

eine Form gepresst werden, wobei die Form auf dem Wege des „Rapid Tooling“ hergestellt wird. Das fertige Produkt, beispielsweise die Verpackung von Eiern, sei gewissermaßen der „Filterkuchen“, der entsteht, indem die Papiersuspension mit Hochdruck durch die Form gepresst wird.

Die Entwicklung ist im Fluss. Die Clausthaler Institute sind für die Industrie auch auf diesem Gebiet tätig. Zukünftig soll alle zwei Jahre eine derartige Informationsveranstaltung stattfinden, kündigte Professor Müller an. ■

Prof. Schwerdtfeger - Ehrenmitglied amerikanischer Eisen- und Stahlvereinigung

Am 28. April wurde Professor Schwerdtfeger, Institut für Metallurgie, in den USA in Indianapolis in Anerkennung seiner „herausragenden Beiträge und Leistungen für die Industrie“ die Ehrenmitgliedschaft der amerikanischen Iron & Steel Society verliehen.

Sein Fachgebiet ist das Stranggießen von Gußprodukten, wobei er sich insbesondere mit der Seigerung im Stahl und Methoden zu deren Verringerung befasste, zum Beispiel durch Anwendung des elektromagnetischen Rührens. Hohe Anerkennung erfuhren auch seine Forschungen auf den Gebieten der Modellierung der Makroseigerung im Stahl und der numerischen Simulation der „weissen Streifen“ (Streifen mit geringer Konzentration von Begleitelementen) beim

elektromagnetischen Rühren im Stranggießen. Unter Leitung von Professor Schwerdtfeger wurden fernerhin Untersuchungen zum Dünnbandgießen von Stahl an einer Pilotanlage in Clausthal durchgeführt. Schwerdtfeger ist Mitglied der Redaktionen dreier internationaler Fachzeitschriften. Sein wissenschaftliches Werk umfaßt zwei Fachbücher sowie über 170 Zeitschriftenbeiträge. Er betreute eine Vielzahl in- und ausländischer Doktoranden und Wissenschaftler, manche von ihnen nehmen heute führende Stellungen in der Stahlindustrie ein.

1934 geboren in Rostock, studierte er an der Bergakademie Clausthal Eisenhüttenkunde, wurde im Jahre 1962 promoviert und habilitierte sich in Clausthal 1969 für die Theoretische Hüt-

tenkunde. Sein beruflicher Weg führte ihn zum Max-Planck-Institut für Eisenforschung, (1959), an die staatliche Pennsylvania Universität in Philadelphia, (1963), das Forschungslabor der amerikanischen Stahlvereinigung, (1964), das Mannesmann-Forschungsinstitut, (1967) und, aus der Position des Direktors des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung (1974), im Jahre 1980 an die TU Clausthal. Im Jahr 1997 wurde Professor Schwerdtfeger in Anerkennung seiner Leistung an der Stahlindustrie zum Ehrenmitglied des „The Iron and Steel Institute of Japan“ ernannt und im vergangenen Jahr mit der Thomas-Medaille und dem Thomas-Preis des britischen nationalen materialwissenschaftlichen Forschungsinstituts ausgezeichnet. ■

“Sehschärfe” von Infrarotsatelliten erhöht

Der Clausthaller Geologe Michael Schäfer hat zwei Methoden entwickelt, mit denen aus Satellitenbildern Informationen über die Größe von Flözbränden im nordchinesischen Steinkohlenrevier gewonnen werden können, sogar wenn diese kleiner als ein Bildpunkt des Satellitenbildes sind (Subpixelbereich). Die Arbeit wurde auf der Wissenschaftlich-technischen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation (DGPF) e.V. vom 9. - 11. September in Bochum vorgestellt.

In den in Betrieb befindlichen sowie in stillgelegten Steinkohlenbergwerken im nordchinesischen Kohlengürtel verbrennen jedes Jahr aufgrund der Selbstentzündung der Flöze, verglichen mit Deutschland, etwa vier Fünftel der Menge der jährlichen Steinkohlenförderung (20 Mio. Tonnen zu 26 Mio. Tonnen). Zusätzlich wird die bis zu zehnfache Menge durch die Brände unbrauchbar. Die offizielle Zahl der größeren Brandherde in China wird auf etwa einhundert geschätzt. Hinzu kommen vielerorts kleinere Brandherde. Sie befinden sich in einem dünn besiedelten und schlecht erschlossenen Gebiet. Übertragen auf europäische Verhältnisse würde dieses sich vom Nordkap bis zur Spitze Siziliens in einer Breite von Deutschland erstrecken. Daher ist es ausgeschlossen, diese Brände durch Vor-Ort-Beobachtungen regelmäßig zu inspizieren. Eine Fernerkundung per Satellit im Infrarot-Wellenlängenbereich liegt nahe, funktioniert derzeit aber nicht zufriedenstellend, weil die Pixelauflösung der besten derzeit kommerziell im zivilen Bereich verfügbaren Satellitensensoren (LANDSAT-7 ETM+ und ASTER) im thermalen Infrarot mit 60, bzw. 90 mal 90 Metern oft um ein Vielfaches größer ist als die Größe der Brandherde. Letztere sind oftmals kleiner als zehn Meter. Erschwerend kommt hinzu, dass durch die Tiefe der Brandherde und, je nach Geländemorphologie, durch die unterschiedlich starke Sonneneinstrahlung die Oberflächentemperaturen stark variieren können. Wie können nun aus diesen unscharfen Wärmeinformationen, aufgezeichnet von Satellitensensoren im Infrarot, dennoch präzise die Ausbreitung und die Entwicklung der Brandherde bestimmt werden?

Die beiden Methoden, welche die “Sehschärfe” des Satelliten erhöhen und im folgenden dargestellt werden, müssen in Zukunft noch durch die Einbeziehung weiterer physikalischer Parameter für den praktischen Einsatz erweitert werden.

Die erste von Michael Schäfer entwickelte Methode strebt an, die Temperatur der durch die

Sonneneinstrahlung im Tagesverlauf erwärmten Erdoberfläche zu ermitteln und diese dann mit den vom Satelliten gemessenen Temperaturen zu vergleichen. Dafür hat Herr Schäfer eine Simulation entwickelt, die aus einem digitalen Höhenmodell und dem Gang der Sonne bis zum Zeitpunkt des überfliegenden Satelliten sowie den aktuellen Atmosphärenbedingungen und weiteren relevanten Größen ein Modell erstellt, das eine Vorhersage erlaubt, wie warm nun gerade der seit mehreren Stunden von der Sonne beschienene Berghang im Gegensatz zu einem vielleicht erst seit einer halben Stunde beschienenen ist. Bisherige Methoden betrachteten hierbei lediglich den momentanen Sonnenstand zum Zeitpunkt der Befliegung und nicht die gesamte Entwicklung der Erwärmung seit dem Sonnenaufgang. Die gewonnenen Temperaturwerte werden mit den tatsächlich vom Satellit gemessenen verglichen. Und dort, wo es ohne Bezug zur Topographie dennoch heißer ist, verbirgt sich unter Umständen ein Brandherd. Erste Ergebnisse mit dieser Methode bedürfen teilweise noch die Interpretation erfahrener Anwender. Vor allem im stark bergigen Gelände ist die Erfassung kleiner Feuerflächen problematisch. Diese Methode bietet sich vor allem an für Satellitensensoren, die nur in einem Wellenlängenbereich des thermalen Infrarots Daten aufzeichnen (z. B. Landsat-7 ETM+).

Die zweite Methode verfolgt einen gänzlich anderen physikalischen Ansatz. Sie nutzt parallel die Strahlungswerte aus mehreren Wellenlängenbereichen, welche von dem Sensor ASTER in verschiedenen Kanälen aufgezeichnet werden. Ein Feuer, das nur einen Bruchteil der Fläche eines Bildpixels einnimmt, weist dabei eine andere spektrale Charakteristik auf (höherer Anteil kurzwelliger Strahlung), als ein Pixel mit homogener Temperaturverteilung. Die bisher bestehenden Lösungsansätze für diese Methode haben lediglich zwei Thermalkanäle gleichzeitig genutzt, wodurch die Lösungsparameter nicht unabhängig voneinander ermittelt werden können. Die von Herrn Schäfer weiterentwickelte Methode ermöglicht die eindeutige Bestimmung aller drei Parameter Feuertemperatur, Feuergröße und Umgebungstemperatur durch die parallele Miteinbeziehung von mehr als zwei Kanälen. Die Berechnungen erfolgen für jedes Pixel des Satellitenbildes und ermöglichen die genaue Beschreibung einer Brandfläche, auch wenn diese kleiner als ein Pixel des Bildes ist. Die Methode ermittelt momentan noch unrealistisch viele sehr kleine und niedrig temperierte Feuerflächen, was in der Nichtbeachtung von Oberflächenparametern, vor allem des Emissionsvermö-

gens bei unterschiedlichen Wellenlängen, begründet ist. Durch die zukünftige Mitbeeinziehung dieser zusätzlichen Information könnten die gewonnenen Ergebnisse noch deutlich verbessert werden.

Neben der Fernerkundung von Kohlebränden besitzen die entwickelten Verfahren ein hohes Potential, um auch für andere ökologisch und ökonomisch relevante Fragestellungen genutzt zu werden. Dies gilt z. B. für die Erfassung von Busch- und Waldbränden oder auch für die Kartierung von Vulkanaktivitäten oder zur Erfassung von Wärmequellen wie Gebäuden oder Fabriken.

Die Diplomarbeit von Herrn Schäfer wurde von Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Busch und Dr.-Ing. Christian Fischer am Institut für Markscheidewesen und Geotechnik betreut.

Weitere Informationen:

Dipl.-Geol. Michael Schäfer

Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der Technischen Universität Clausthal (IGMC) Erzstraße 18

D-38678 Clausthal-Zellerfeld

Email: michael.schaefer@tu-clausthal.de

Simulation von Verbrennungsprozessen für Lehre, Forschung und Industrie

Die numerische Simulation von Fluiden ist dank leistungsstarker Rechner zu einem wichtigen Zweig für die Prozessoptimierung in zahlreichen Industriebranchen geworden. Das Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik der TU Clausthal (Prof. Dr.-Ing. Reinhard Scholz, Prof. Dr.-Ing. Roman Weber) stellte auf der Thermprocess in Düsseldorf im Juni das neu gegründete Labor für „Computational Fluid Dynamics“ (CFD) und andere Arbeitsgebiete des Institutes vor. Mit Hilfe der neuesten CFD-Methoden ist es möglich, selbst komplexe Verbrennungsprozesse zu analysieren.

Dieses CFD-Labor richtet sich an die Stahl-, Zement-, Glas- und Chemische Industrie sowie an Kraftwerksbetreiber und die Abfallwirtschaft. Prototypische Anwendungen wurden vorgestellt, um das Potential der Methoden aufzuzeigen.

Das Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik ist seit Jahrzehnten u.a. auf den Gebieten:

- der Prozesstechnik mit den Zielen der Reduzierung von Prozessschritten und der Prozessintensivierung,
- der Emissionsminderung,
- der betrieblichen Energiewirtschaft und
- der Brennstofftechnik

in Theorie und Praxis erfolgreich tätig.

Professor Dr. Weber nahm im Jahr 2001 den Ruf an die TU Clausthal an. Zuletzt war er wissenschaftlicher Leiter der International Flame Research Foundation in IJmuiden (IFRF) in den Niederlanden. Die Konzeption und Ausrichtung des Grundlagenforschungsprogramms der IFRF sowie die Auswertung der Forschungsergebnisse auf den Gebieten der Strömungssimulation bei Verbrennungsprozessen, der Wärmeübertragung, der Flammendiagnose mittels Laser und der mathematischen Modellierung von Verbrennungsvorgängen war sein Aufgabengebiet. ■

Stand der Oxidationsverfahren in der Abwasserreinigung

Eine große Konferenz zur Abwasserreinigung mit 200 Teilnehmern aller fünf Kontinente richteten in der Zeit vom 18. bis 22. Mai die Technische Universität Clausthal und das Clausthaler-Umwelttechnik-Institut GmbH im Konferenzzentrum Achtermann in Goslar aus: In vierzig Vorträgen und 120 Postern wurden die Fortschritte der Oxidationstechnologien zur Abwasserreinigung vorgestellt.

Ein Sechstel der Weltbevölkerung ist ohne sicheren Zugang zu sauberem Trinkwasser, wie die WHO und die UNICEF übereinstimmend feststellen. Einige chemische Verbindungen können in vielen Oberflächengewässern nachgewiesen werden. Die Weltbevölkerung wächst, der Trinkwasserbedarf steigt. Immer mehr Menschen werden in Zukunft ohne sauberes Wasser, die Lebensgrundlage schlechthin, sein. Gegen diese düsteren Aussichten können - neben anderen Maßnahmen - neue Technologien helfen, die,

angepasst an die jeweiligen Erfordernisse, verschmutzte Wässer rückstandsfrei reinigen. Dazu zählen die sogenannten Oxidationstechnologien, welche in den letzten Jahrzehnten zur Anwendungsreife entwickelt wurden.

Die CUTEC GmbH und die TU Clausthal waren Ausrichter der Tagung, weil sie Expertise auf dem Gebiet der Abwasserreinigung besitzen, wie viele Forschungsvorhaben dokumentieren.

Zwei Beispiele: Am Institut für Thermische Verfahrenstechnik wird seit rund zehn Jahren ein oxidatives Abwasserbehandlungsverfahren entwickelt, bei welchem Sonnenstrahlung hochtoxische Verbindungen, die in der Textilherstellung anfallen, „knackt“ und auf diese Weise zerstört. In einem weiteren Vorhaben geht es um die Reinigung von Krankenhausabwässern; sie enthalten Antibiotika, die in der Umwelt und gesundheitlich in Zukunft Probleme bereiten können. Oxi-

dativ Verfahren können diese Stoffe vollständig und ohne Rückstände entfernen. Zur Zeit konzentrieren sich die Untersuchungen darauf, die Kosten des Verfahrens zu senken.

Am CUTEC- Institut setzen die Wissenschaftler Ozon ein, um Mikroorganismen in Klärschlämmen sowie bestimmte Substanzen in Abwässern zu zerstören. Mit Herstellern von Textilreinigungsanlagen und Ozonanlagen werden zur Zeit Pilotanlagen und Prototypen aufgebaut.

Die erste Tagung „Conference on Oxidation Technologies for Water and Wastewater Treatment“ wurde im Jahre 1993 gleichfalls im Harz von der CUTEC und der TU Clausthal durchgeführt. ■

Sicherung bruchgefährdeter Straßenbereiche in Altbergbau- und Subrosionsgebieten

Untersuchungen zum Trag- und Reibungsverhalten der Geokunststoffe

Von Norbert Meyer, Axel Nernheim und Sven Schwerdt

Beim Neubau oder der Sanierung von Verkehrswegen müssen teilweise Bereiche gequert werden, in denen mit Erdfällen oder Tagesbrüchen an der Geländeoberfläche gerechnet werden muss.

Als Tagesbrüche werden diejenigen Hohlformen bezeichnet, die sich als Resultat von Altbergbautätigkeiten bilden. Je nach Abmessung des Hohlraums, der Tiefenlage des Abbaus sowie der angetroffenen Gesteine können verschiedene Schadensereignisse auftreten. Eine besondere Gefährdung ergibt sich aus den Tages- und Schachtverbrüchen. Die Schächte wurden nach Einstellung des Bergbaus häufig nur unzureichend verfüllt. Die Lage der Schächte ist allerdings häufig aus alten Rissunterlagen bekannt. Diese können daher im Vorfeld von Baumaßnahmen gezielt aufgesucht und ordnungsgemäß verfüllt werden.

Im Bereich von Abbaufeldern, Wartungs- und Vorrichtestrecken ist das Aufsuchen und Verwahren der Hohlräume jedoch mit einem unverhältnismäßig großen Aufwand verbunden (ROTHENHÖFER 1999), zumal der Abbau zum Teil in unterschiedlichen Teufenlagen erfolgte. Der Verwahrerfolg kann in diesen Fällen nicht sichergestellt werden, da über den Zustand und die Verbindung von einzelnen Abbaukammern häufig nichts bekannt ist. Sollen derartige Bereiche mit Verkehrswegen gekreuzt werden, müssen zusätzliche Sicherungsmaßnahmen vorgesehen werden.

Einbrüche infolge geologischer Ursachen werden als Erdfälle bezeichnet. Sie sind an das Vorhandensein von auslaugbaren Gesteinen im oberflächennahen Untergrund gebunden. Infolge der Auslaugung der wasserlöslichen Gesteine entstehen an der Oberfläche großflächige Senkungen. Insbesondere über Salzlagerstätten bilden sich weitgespannte Subrosionssenken (BÜCHNER 1991). Wenn Lockergesteine über Schloten oder Spalten in tiefergelegene Hohlräume transportiert werden, entstehen steilwandige Erdfalltrichter, die häufig von klaffenden Spalten begleitet werden. Die Hohlräume brechen allmählich bis zur Geländeoberfläche durch.

Nach Unterlagen des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt (HECKNER et al. 1998) wurden in Sachsen-Anhalt seit 1960 etwa 500 Erdfälle registriert. Eine Auswertung der aufgetretenen Ereignisse zeigte, dass etwa 75 % einen oberflächigen Bruchdurchmesser von weniger

als 3 m besaßen. Bei weniger als 5 % der aufgetretenen Ereignisse wurden Erdfalldurchmesser von über 10 m registriert.

Ist beim Bau von Verkehrswegen mit einbruchgefährdeten Trassenabschnitten zu rechnen, sind in diesen Bereichen präventive Sicherungsmaßnahmen vorzusehen. Dabei wird zwischen Verfahren der Voll- und Teilsicherung unterschieden. Bei der Vollsicherung werden die erdeinbruchgefährdeten Bereiche mit Hilfe von bewehrten Stahlbetonplatten gesichert. Nachdem ein Erdeinbruch eingetreten ist, überspannt die Stahlbetonplatte diesen Bereich. Einsenkungen der Fahrbahnoberfläche treten nicht auf. Eine Verfüllung des aufgetretenen Hohlraums und Sanierung der Fahrbahn ist nicht notwendig.

In Bereichen, in denen nur ein mäßiges oder geringes Einbruchrisiko besteht, wird aus ökonomischen Gründen häufig die Variante der Teilsicherung gewählt. Im allgemeinen werden dabei Geokunststoffe zur Sicherung eingesetzt. In Bild 1 ist die prinzipielle Verlegung einer Geokunststoffbewehrung dargestellt.

duktions- und Querrichtung weichen voneinander ab.

Die Bemessung von Erdeinbruchüberbrückungen ist im deutschen Regelwerk bisher nicht genormt. Die gebräuchlichen analytischen Bemessungsverfahren, z.B. nach British Standard BS 8006, gehen davon aus, dass für die Überbrückung von kreisförmigen Hohlräumen isotrope Geokunststoffe verwendet werden, die über gleiche Dehnsteifigkeiten in Produktions- und Querrichtung verfügen. Bei der Überbrückung von langgestreckten Hohlräumen, z.B. Spalten, ist dagegen eine Lastübertragung nur in einer Richtung möglich. Für diesen Fall ist ausschließlich die Zugkraft in dieser Richtung (i.d.R. die Produktionsrichtung) zu bemessen.

Praktische Erfahrungen haben gezeigt, dass in der Regel mit kreisförmigen Einbrüchen gerechnet werden muss. Wenn diese unter Verwendung von einlagig verlegten, anisotropen Geokunststoffen überbrückt werden sollen, können die bisherigen Bemessungsverfahren nicht mehr angewendet werden. Eine Bemessung ist dann

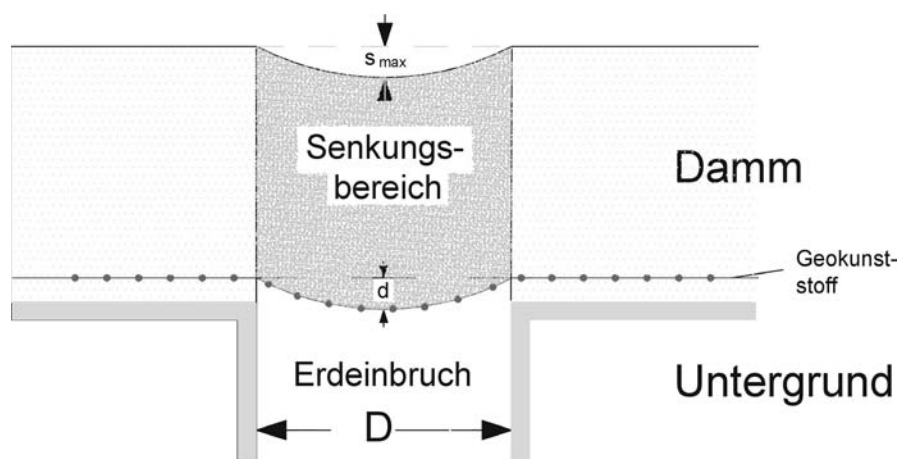


Bild 1: Anordnung einer Geokunststoffbewehrung zur Sicherung eines bruchgefährdeten Trassenbereiches

Dabei kommen zunehmend einlagig verlegte Geokunststoffbewehrungen zum Einsatz. Diese Materialien verfügen häufig über anisotrope Eigenschaften, d.h. die Dehnsteifigkeiten in Pro-

nur unter Verwendung von numerischen Verfahren möglich.

Ein weiteres Problem, das in den bisher angewendeten Bemessungsverfahren nur unzurei- ►

chend berücksichtigt wurde, ist die Lastübertragung vom Geokunststoff auf den umgebenden Boden neben dem Erdrinbruch. Die bisherigen Verfahren gehen davon aus, dass eine flächenhafte Abtragung der Zugkräfte über Reibung auf den umgebenden Boden erfolgt. Dies ist jedoch nur dann der Fall, wenn flächenhafte Geokunststoffe, z.B. Geogewebe, verwendet werden. Bei Geogittern erfolgt die Lastübertragung nicht nur über Reibung, sondern durch weitere Komponenten (s. Bild 4).

Es werden daher Untersuchungen durchgeführt, um das Trag- und Reibungsverhalten von geokunststoffbewehrten Erdrinbruchüberbrückungen besser erfassen zu können. Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen in die „Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen“ (EBGEO) einfließen.

Erdfall-Großversuche

Versuchsaufbau und -durchführung

Die Erdfall-Versuche wurden in einer Großversuchsanlage der Hochschule Anhalt (FH) in Dessau ausgeführt, die über Abmessungen von $l = 4,7$ m, $b = 3,0$ m und $t = 4,0$ m verfügt. In Bild 2 ist die Versuchsrinne mit eingelegtem Geokunststoff und dem aufgetretenen Erdrinbruch erkennbar.

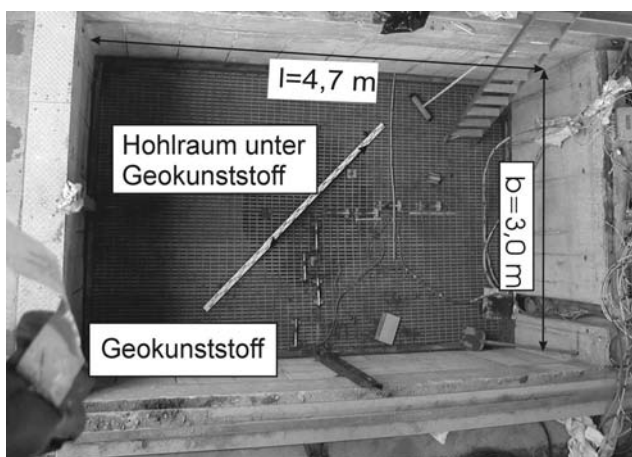


Bild 2: Großversuchsrinne mit Geokunststoff und aufgetretenem Hohlraum (Ansicht nach Versuchsende)

In einer Tiefe von etwa 1,7 m wurde ein Hohlraum vorgesehen. Während des Einbaus der Geokunststoffbewehrung und der überlagernden Bodenschichten war dieser mittels einer Falltürkonstruktion verschlossen.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Geokunststoffen durchgeführt. Es handelte sich dabei um Geogewebe, gelegte Geogitter, gestreckte Geogitter und gewebte Geogitter. Die Zugfestigkeiten und Dehnsteifigkeiten sowie das Verhältnis der Dehnsteifigkeiten zwischen der Längs (Produktions-) und Querrichtung wurden variiert.

Die Belastung der Geokunststoffe erfolgte durch die Eigenlasten der überlagernden Bodenschichten mit einer Gesamtdicke von 1,7 m sowie durch veränderliche statische und dynamische Lasten.

Die veränderliche Belastung erfolgt durch vier hintereinander angeordnete Prüfpressen. Die dynamische Belastung wurde sinusförmig mit einer Zeitverzögerung der Prüfpressen untereinander eingetragen. Damit ergab sich eine rollende Belastung, die ►

COLBOND

GEOSYNTHETICS

Enkagrid® PRO



Leistungsstark und zuverlässig bei der Bewehrung von Böschungen.



Enkagrid® MAX



Optimal für Untergründe im Straßenbau. Schnelle, einfache Installation und hohe Wirksamkeit.



Enkagrid® TRC



Geokomposit mit zusätzlicher Trenn- und Filterfunktion für extreme Untergrundverhältnisse.



Colbond Geosynthetics GmbH, D-63784 Obernburg
Fon (+49) 6022-812020 Fax (+49) 6022-812800
enkadrain@colbond.com www.colbond.com

derjenigen eines LKW-Zwillingstreifens mit einer Geschwindigkeit von 60 km/h entsprach. Die dynamischen Belastungen wurden innerhalb von 2 Wochen mehr als 300.000 mal wiederholt. Dies entspricht etwa der Belastung auf einer stark befahrenen vierspurigen Bundesstraße oder Autobahn im betrachteten Zeitraum.

Die wichtigsten Messgrößen, wie die Einsenkungen der Geokunststoffe, der Bodenschichten und der Fahrbahn, die Dehnungen der Geokunststoffe sowie die Vertikalspannungen in verschiedenen Ebenen wurden mit umfangreichen Messeinrichtungen erfasst.

Versuchsergebnisse

Die bisherigen Versuchsergebnisse können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Das Tragverhalten der Geokunststoffe hängt vom Dehnsteifigkeitsverhältnis zwischen Produktions- und Querrichtung und den Grenzdehnungen in Produktions- und Querrichtung ab.
- In den Bodenschichten über dem Geokunststoff bildet sich nach dem Auftreten eines Erdeinbruchs ein Traggewölbe aus. Unter dynamischen Belastungen kam es bei einigen Versuchen zum Einbruch des Traggewölbes. In diesen Fällen zeigte sich über dem unterirdischen Hohlraum ein kegelförmiger Einbruchbereich, der bis zur Fahrbahnoberfläche reichte. In **Bild 3** ist exemplarisch ein aufgetretener Einbruch der Fahrbahnoberfläche dargestellt.

- Wenn sich ein stabiles Traggewölbe ausbildet, bleiben die Zugkräfte im Geokunststoff sehr klein. Die Belastung resultiert in diesem Fall nur aus dem Eigengewicht der Bodenschichten unter dem Gewölbescheitel.
- Wenn ein Bruch des Gewölbescheitels erfolgt, wird der Geokunststoff durch das Eigengewicht der überlagernden Bodenschichten und die Verkehrslast belastet. In diesem Fall treten im Geokunststoff große Zugkräfte auf.
- Rings um den Geokunststoff bildet sich ein Bereich aus, in dem die auftretenden Zugkräfte über Reibung auf den umgebenden Boden übertragen werden. Dieser Bereich wird Lastabtragungsbereich genannt. Die Größe des Lastabtragungsbereiches ist von der Größe der Zugkräfte und der Vertikalspannung abhängig. In **Bild 3** sind unterschiedliche Lastabtragungsbereiche für Geogewebe und Geogitter dargestellt.

Trag- und Reibungsverhalten von Geokunststoffen

Generell wird zwischen zwei Möglichkeiten der Kinematik im bewehrten Bodenmaterial unterschieden: der Verschiebung einer Geokunststofflage zusammen mit dem aufliegenden Bodenpaket oder einer Verschiebung einer eingelegten Geokunststofflage ohne Bewegung der benachbarten Bodenpakete. In beiden Fällen sind die Scherspannungen, die in der jeweiligen Scherfläche während der Verschiebungsphase und im Bruchzustand aufgenommen werden können,

che im Pull-Out-Gerät ermittelt.

Bei diesen Versuchen wird die Abtragung der über dem Erdeinbruch in das Bewehrungsmaterial eingeleiteten Zugkräfte im Lastabtragungsbereich simuliert. Die Lastabtragung geschieht dabei über unterschiedliche Mechanismen, die sowohl von der Art des verwendeten Geokunststoffes als auch vom Bodenmaterial abhängen.

Bei einem flächigen Bewehrungsmaterial, das wie eine Trennlage zwischen zwei Bodenschichten liegt, wird die Kraft im Wesentlichen über Reibung in den umgebenden Boden abgetragen. Dieser Mechanismus ist z.B. bei Geogeweben zu beobachten. Zusätzlich können Bodenpartikel, die sich in das Geogewebe einlagern, den Reibungswiderstand vergrößern.

Bei Geogittern, die aus einer gitterartigen Struktur mit Abständen der Längs- bzw. Querstreben von bis zu 240 mm bestehen, müssen zusätzliche Lastabtragungskomponenten betrachtet werden, da die Bodenpakete unterhalb und oberhalb der Bewehrungslage durch die Öffnungen miteinander verbunden sind. Zur Reibungskomponente, die zwischen Längs- bzw. Querstreben des Geogitters und dem umgebenden Bodenmaterial wirkt, kommen noch zwei zusätzliche Mechanismen der Lastabtragung hinzu: passiver Erdwiderstand und Interlock-Effekt (vgl. **Bild 4a** und **4b**). Diese Mechanismen werden bestimmt durch das Verhältnis von mittlerem Korndurchmesser zur Geometrie der Querstreben. Der passive Erdwiderstand baut sich vor den Querstreben bei Verwendung kleinerer Kornfraktionen auf, beim Interlock verkeilen

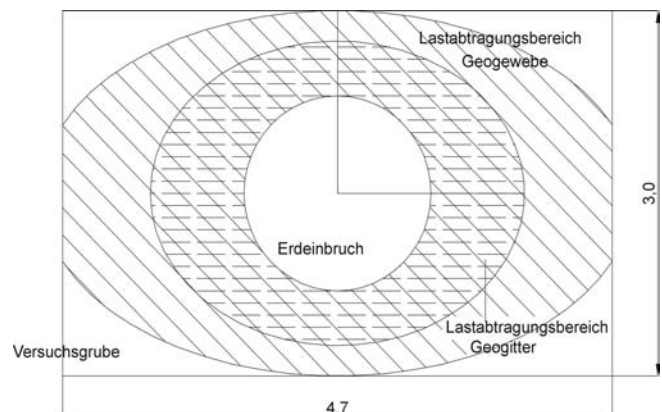


Bild 3a und b: Beispiel kegelförmiger Einbruchbereich und Lastabtragungsbereiche für ausgewählte Geokunststoffe

- Die Stabilität des Traggewölbes hängt vom Hohlraumdurchmesser, der Höhe und den Scherparametern der Bodenschichten über dem Geokunststoff ab.

von elementarer Bedeutung. Diese werden bei Versagenszuständen der ersten Variante über Reibungsversuche im Schergerät, bei der zweiten Variante über Herauszieh- bzw. Pull-Out-Versu-

sich einzelne größere Partikel in den Öffnungen (JEWELL et al. 1985; LIGAN et al. 1987). ▶

Versuchsgerät und -durchführung

Beschreibung des Herausziehgerätes

Wesentliche Elemente dieses Versuchsstandes sind: Eine Versuchsbox mit den Dimensionen (Länge x Breite x Höhe = 1,50 m x 0,60 m x 0,60 m), in die eine Geokunststoffprobe im Verbund mit Erdmaterial eingebaut wird, eine vertikale Belastungseinrichtung zur flächigen Lastaufbringung mittels Druckkissen bis zu einer Größenordnung von 300 kN/m² sowie eine horizontale Hydraulik- und Klemmeneinheit, die das Kunststoffprobenmaterial mit max. 250 kN/m aus der Versuchsbox herauszieht (vgl. **Bild 5**). Wesentliche Eckdaten der Konstruktion entsprechen den Empfehlungen der E DIN EN 13738 zur „Bestimmung des Widerstandes gegen Auszug aus dem Boden“.

Während des Herausziehvorganges werden von einem Messsystem wesentliche Parameter protokolliert, aus denen Rückschlüsse auf Tragfähigkeit, Einbindelänge sowie Interaktionsverhalten des Materials gezogen werden können. Die Ermittlung der horizontalen Auszugskraft dient der Bemessung von geokunststoffbewehrten Stützkörpern. Die Aufnahme von Verschiebungen an unterschiedlichen Punkten des Probenmaterials über Stangenextensometer lässt Aussagen über die Materialdehnung im Verbund und damit zum Einen über die Einbindelänge und zum Anderen über die Komponenten der Lastabtragung zu. Bei Geogittern setzt sich die Lastabtragung aus Reibung zwischen Boden und Bewehrungsmaterial, dem Erdwiderstand vor den Querstreben des Bewehrungsmaterials sowie einem Verspannungseffekt (Interlock) durch Einlagerung von Bodenpartikeln in die Gitteröffnungen zusammen. Ein Novum im Bereich der großmaßstäblichen Pull-Out-Geräte stellt die Möglichkeit der Messung der Vertikalkraft im unteren Teil der Versuchsbox dar. Mit Hilfe dieser Technik lässt sich die tatsächlich in der Probenebene wirksame Normalspannung ermitteln (*NERNHEIM* und *MEYER* 2003).

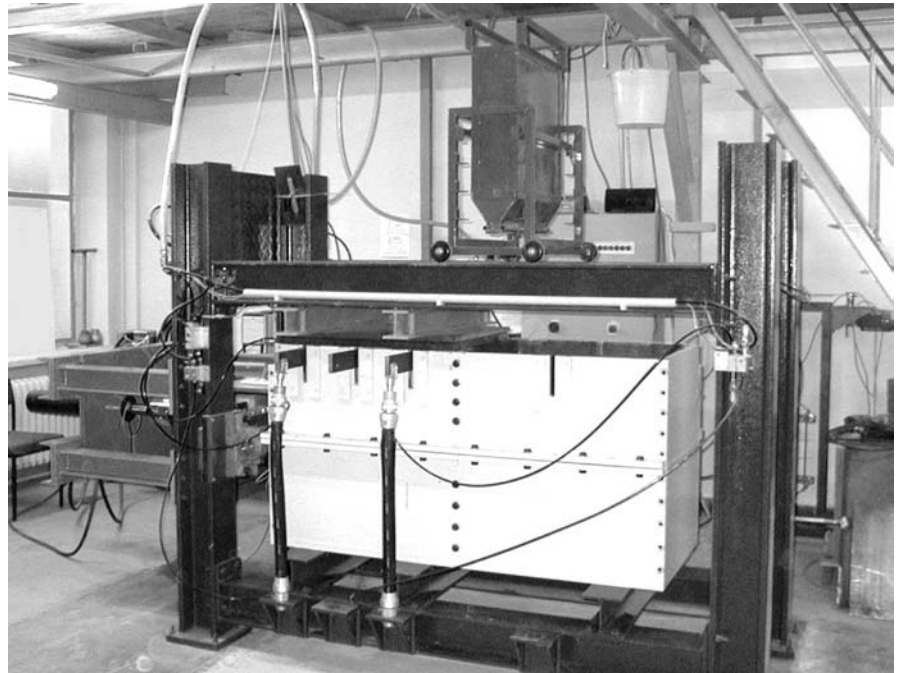


Bild 5: Versuchsstand Pull-Out-Gerät

Einflussfaktoren auf das Herausziehverhalten

Das Herausziehverhalten – und damit im Wesentlichen die Zugkraft während des Herausziehvorganges und die Verformungen des Bewehrungsmaterials – wird von versuchsbedingten, bodenbedingten und bewehrungsbedingten Einflussfaktoren bestimmt. Versuchsbedingte Einflussfaktoren sind bspw. die aufgebrachte Auflast, die Geschwindigkeit der Lastaufbringung, aber auch Randbedingungen wie die Reibung an den Seitenwänden der Versuchsbox. Bodenbedingte Einflüsse sind vor allem die verwendete Bodenart mit ihrer Kornzusammensetzung (Korngröße, aber auch Kornform) und ihre Einbaudichte, während als bewehrungsbedingt die Art und Geometrie der Bewehrung, ihre Einbindelänge in das Bodenmaterial und die Geokunststoffbreite von Relevanz sind (z.B. *FARRAG* et al. 1993; *LOPES* et al. 1996).

Im Rahmen eines umfangreichen Untersuchungsprogramms am Institut für Geotechnik und Markscheidewesen der TU Clausthal ist vor allem der Einfluss der Parameter Auflast und Einbaudichte betrachtet worden. Dazu wurden drei unterschiedliche Geogitterarten bei variablen Dichten in mehreren Auflaststufen untersucht. **Bild 6** zeigt eine deutlich steigende Höchstauszugsspannung mit steigender Auflast bzw. zunehmender Dichte. Zu beachten ist, dass sich die Höchstauszugsspannungen der Dichten 1,7 und 1,75 g/cm³ bei höheren Auflasten annähern, da mit Aufbringen der Auflast bereits eine Verdichtung des lockeren Bodenmaterials einhergeht. Bei einer Lagerungsdichte von 18,0 kN/m³ ist sowohl eine Zunahme des Verbundreibungswinkels (Steigung der Geraden) als auch der Strukturfestigkeit (Achsenabschnitt der Höchstauszugskraft ohne Auflast) zu verzeichnen, was auf eine Zunahme von Reibungseffekten und auch Erdwiderstandseffekten schließen lässt. ►

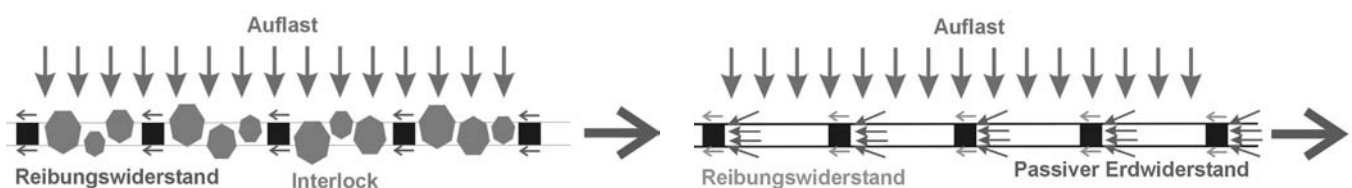


Bild 4a und b: Lastabtragung bei Geogittern durch passiven Erdwiderstand und Interlock-Effekt

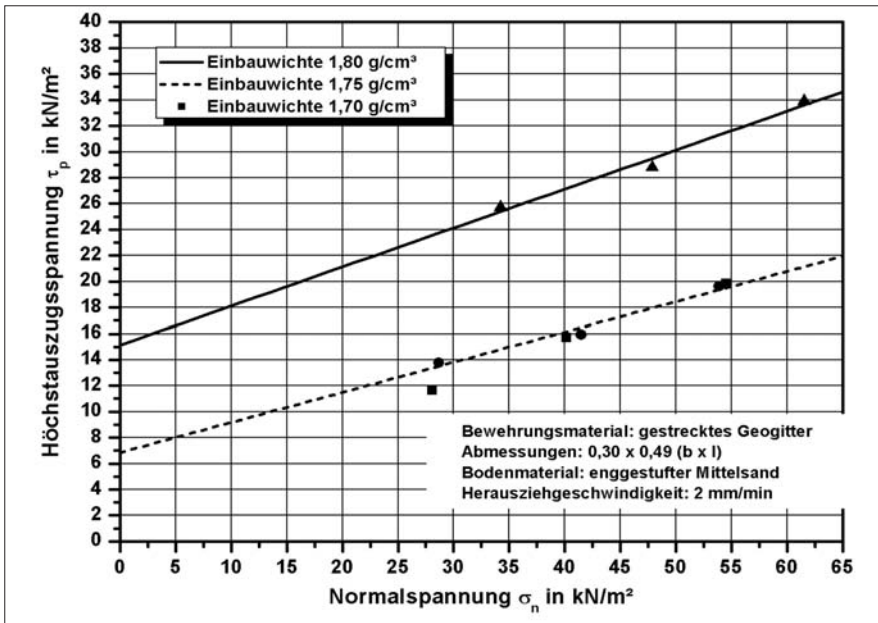


Bild 6: Einfluss der Auflast und der Lagerungsdichte auf die Pull-Out-Kraft

Nicht-ruhende Belastungen

Neben der statischen Belastung können Verankerungsbereiche bei Erdfallsicherungen, aber bspw. auch bei bewehrten Brückenwiderlagern oder Eisenbahndämmen, einer nicht-ruhenden Beanspruchung durch Verkehr ausgesetzt sein.

Dabei treten zusätzliche vertikale Belastungen auf, die im Wesentlichen eine verdichtende Wirkung auf das Gesamtsystem haben (NIMMESGERN et al. 1991), aber auch zusätzliche horizontale Beanspruchungen, deren Auswirkungen auf das Verbundsystem einer weitergehenden Analyse bedürfen.

Zu diesem Zweck ist das vorgestellte Pull-Out-Gerät speziell bezüglich der Aufbringung nicht-ruhender Belastungen optimiert worden: Zyklen lassen sich in vertikaler Richtung mittels pneumatischer Muskeln und in horizontaler Richtung durch den Hydraulikzylinder in einem Frequenzbereich von bis zu 4 Hz aufbringen. Systematische Untersuchungen unterschiedlicher Frequenzen und Amplituden in Verbindung mit einem Vergleich statischer Herausziehversuche sollen Aufschluss darüber geben, ob im Laufe der einzelnen Zyklen eine Verschlechterung der Verankerungswirkung eintritt oder ob gar eine Verfestigung des Verbundverhaltens zu beobachten ist.

Ausblick

Mit Hilfe der vorgestellten Versuche ist es möglich, das Lastabtragungsverhalten von einlagig verlegten Geokunststoffbewehrungen über kreisförmigen Erdenbrüchen besser zu erfassen. Die Versuche sind derzeit noch nicht abgeschlossen. Über weitere Untersuchungsergebnisse wird zu gegebener Zeit berichtet werden. Wie bereits dargelegt, sollen die Ergebnisse in die Neuauflage der „Empfehlungen für Bewehrungen aus Geokunststoffen“ (EBGEO) einfließen.

Anm. d. Red.: Die vollständigen Ergebnisse aus den Erdfallgroßversuchen und den Pull-Out-Versuchen werden demnächst als abgedruckte Dissertationen in der Schriftenreihe des Institutes für Geotechnik und Markscheidewesen erscheinen. Auf Wunsch können über die Verfasser die vollständigen Literaturangaben bezogen werden.

Prof. Dr.-Ing. Norbert Meyer
Dipl.-Ing. Axel Nernheim
Institut für Geotechnik und Markscheidewesen
Erzstraße 18
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-22 95 (Meyer)
0 53 23/72-35 13 (Nernheim)
Fax: 0 53 23/72-24 79
E-Mail: norbert.meyer@tu-clausthal.de
axel.nernheim@tu-clausthal.de

Dipl.-Ing. Sven Schwerdt
Hochschule Anhalt (FH)
Seminarplatz 3
06846 Dessau
Tel.: 03 40/51 97-15 63

Ökologisch, flexibel,
wirtschaftlich:



Als Hersteller von Geosynthetics bieten wir Ihnen überzeugende technische Lösungen - wirtschaftlich, sicher, fortschrittlich.

Geosynthetics für den

- Erd- und Grundbau
- Deponiebau
- Wasserbau
- Verkehrswegebau

Beratung, Planung, Umsetzung - weltweit.

HUESKER Synthetic GmbH
Postfach 12 62 · D-48705 Gescher
Telefon: (0 25 42) 7 01-0
Telefax: (0 25 42) 7 01-499
E-mail: info@huesker.de

Besuchen Sie uns im Internet:
www.huesker.com

HUESKER Synthetic GmbH ist zertifiziert:



HUESKER

Abdichten · Armieren · Bewehren · Dränen · Filtern · Schützen · Stabilisieren · Trennen · Verpacken

Bauen mit Geosynthetics

Umfrage zum Wissens- und Technologietransfer zwischen der TU Clausthal und Unternehmen im Landkreis Goslar

ERGEBNISSE EINER EMPIRISCHEN UNTERSUCHUNG

Von Wolfgang Pfau und Bernd Bräuer

Problemstellung und Untersuchungsdesign

Ein Wissens- und Technologietransferbedarf tritt beispielsweise auf, wenn Unternehmen, die über keine eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen verfügen, diese Leistungen aus der Wissenschaft beziehen wollen. Aus ökonomischer Sicht ist der zur Deckung des Transferbedarfs erforderliche Transferprozess möglichst effektiv und effizient zu gestalten. Die Schwierigkeit besteht darin, dass ein Wissens- und Technologietransfer zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen durch längerfristige, komplexe und vor allem wechselseitige Beziehungen geprägt ist (vgl. Kline, S./Rosenberg, N. 1986, S. 275 ff.). Daraus können Transferhemmnisse resultieren, die einen Wissens- und Technologietransfer be- oder sogar verhindern. Deshalb gilt es, diese Hemmnisse zu analysieren und nach Möglichkeit zu beseitigen.

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer von der Abteilung für Betriebswirtschaftslehre und Unternehmensführung im Auftrag des Landkreises Goslar durchgeführten und von der Wirtschaftsförderung des Landkreises Goslar sowie dem Verein „Wirtschafts-Initiativen und Regionalentwicklung für die Region Goslar e. V.“ unterstützten Studie auszugsweise vorgestellt. Gegenstand der Untersuchung war die Analyse des Wissens- und Technologietransfers zwischen der TU Clausthal (TUC) und Unternehmen des Landkreises Goslar zur Erforschung von Transferhemmnissen. Die Studie umfasste unter anderem folgende Zielsetzungen:

- Analyse und Systematisierung potentieller Bedarfsfelder für einen Technologie- und Wissenstransfer aus der TU Clausthal in Unternehmen im Landkreis Goslar;
- Ermittlung und Analyse bestehender Diskrepanzen zwischen dem Transferbedarf aus Sicht der Unternehmen und dem Angebot der TU Clausthal sowie
- Ableitung von Maßnahmenvorschlägen zur Reduktion bzw. Eliminierung der festgestellten Transferprobleme in der Region.

Während in der Studie die Sichtweise der Unter-

nehmen dominiert, wird in diesem Beitrag ein Ausschnitt der Studie vorwiegend aus dem Blickwinkel der Lehrstühle präsentiert und durch eine Gegenüberstellung von Lehrstuhl- und Unternehmenssicht ergänzt. Neben der erstmaligen Erhebung der wissens- und technologietransferrelevanten Daten aus der Region war es das Ziel der Studie, Ansatzpunkte für eine Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers aus der Hochschule in die Unternehmen zu gewinnen.

Die Untersuchung wurde in zwei zeitlich versetzten Schritten durchgeführt: Um den aktuellen Stand des Wissens- und Technologietransfers zwischen der TU Clausthal und den Unternehmen des Landkreises Goslar zu erfassen, wurden die insgesamt 86 Lehrstühle in einer ersten Befragungsrunde im April 2002 nach ihren regionalen Kooperationspartnern befragt, wobei 42 Lehrstühle verwertbare Antwortbögen zurückgesandt haben. Um Ansatzpunkte für eine Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers aus der Sicht der Lehrstühle zu bekommen, wurden diese in einer zweiten Befragungsrunde im August 2002 nach den aus ihrer Sicht aktuellen und/oder potentiellen Transferhemmnissen befragt; dabei konnten 33 Fragebögen ausgewertet werden. In beiden Fällen wurde eine akzeptable Rücklaufquote erreicht (48,8 % bzw. 38,4 %).

Im Rahmen der Unternehmensbefragung, die wir im Frühjahr und im Sommer 2002 durchgeführt haben, wurden 262 Unternehmen des Landkreises Goslar unterschiedlicher Größe und Branche mit und ohne Kontakt zur TU Clausthal zu ihren Erfahrungen im Hinblick auf einen Wissens- und Technologietransfer befragt. Davon konnten 69 Fragebögen in die Auswertung einbezogen werden.

Stand des Wissens- und Technologietransfers

Um den Umfang des Wissens- und Technologietransfers zu quantifizieren, wurden die Lehrstühle gebeten, ihre durchschnittlichen Drittmittel-einnahmen im Jahre 2001 anzugeben. Dabei zeigte sich, dass lediglich 7,5 % des Drittmittel-aufkommens der Lehrstühle aus Kooperationen mit Unternehmen aus der Region Goslar stammen und diese, bezogen auf ein einzelnes Vorhaben/Projekt, zumeist ein geringes finanzielles Volumen aufweisen. Die Ursache ist in der Wirtschaftsstruktur des Landkreises zu suchen, die überwiegend klein- und mittelständisch geprägt ist. Großforschungsprojekte finden aber zumeist unter Beteiligung von Großunternehmen statt, die ihren Sitz außerhalb der Region haben.

Bild 1 zeigt, dass sowohl die Unternehmen als auch die Lehrstühle in der überwiegenden Mehrzahl planen, den Umfang ihrer zukünftigen Kooperationsaktivitäten auszubauen oder zumindest im bisherigen Umfang fortzuführen, sodass Transferpotential vorhanden ist. Angemerkt sei, dass die Angaben zum Umfang der zukünftigen Kooperationsaktivitäten sich nur auf die Region beziehen.

Notwendige Bedingung für einen Wissens- und Technologietransfer ist die Kontaktaufnahme zwischen potentiellen Transferpartnern. Deshalb war zunächst die Frage zu klären, ob ►

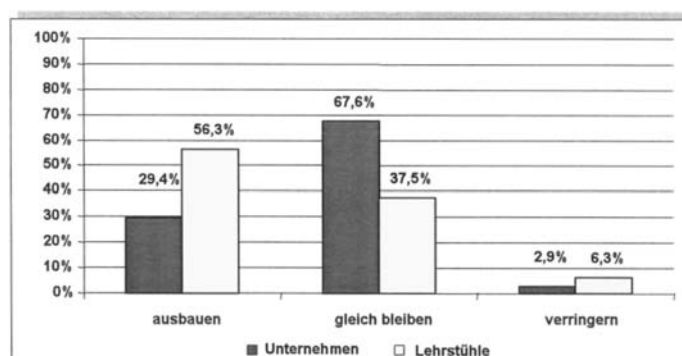


Bild 1: Umfang zukünftiger Kooperationsaktivitäten

und inwieweit überhaupt Kontakte zwischen den Unternehmen und Lehrstühlen bestehen. Dabei zeigte sich, dass immerhin 62,5 % der befragten Lehrstühle über Kontakte zu Unternehmen im Landkreis Goslar verfügen, von denen 50 % im Jahr 2002 aktuell waren. Es fällt auf, dass der Anteil aktueller Kontakte im Vergleich zu den Vorjahren um 5 % gestiegen ist. Erfreulicherweise gaben 93 % der befragten Unternehmen im Landkreis Goslar, die über Kontakte zu Forschungseinrichtungen verfügen, an, auch Kontakte zu Lehrstühlen der TU Clausthal zu haben.

Im Zusammenhang mit den Kontakten ist die Frage interessant, ob deren Aufnahme seitens der Beteiligten als Bring- oder Holschuld angesehen wird. Dies hat Konsequenzen für die Klärung der Frage, wer als Initiator eines Wissens- und Technologietransfers den erforderlichen (Erst-)Kontakt herstellen soll. Das Antwortverhalten der Unternehmen und Lehrstühle hierzu gibt **Bild 2** wieder.

Wie in Bild 2 zu sehen ist, stimmen die potentiellen Transferpartner mehrheitlich darin überein, dass die Unternehmen bei Bedarf auf die Lehrstühle zukommen, die Kontakte also überwiegend auf Initiative der Unternehmen zustande kommen sollen. Das heißt, dass hinsichtlich der Initiatorrolle weitgehend Übereinstimmung besteht. Die Gründe dafür sind beispielsweise darin zu sehen, dass die Unternehmen ihren Transferbedarf besser kennen als die Lehrstühle und damit der geschilderte Ablauf der Kontaktabnahnung zweckmäßig erscheint. Die Initiatorrolle liegt möglicherweise deshalb seltener bei den Lehrstühlen, weil die Beantragung öffentlich geförderter Projekte ein ressourcenaufwändiges Unterfangen mit zunehmend ungewissem Ausgang darstellt, da angesichts der finanziellen Lage der öffentlichen Haushalte die knapper werdenden Mittel auf immer weniger Projekte verteilt werden, sodass die Kooperationspartner aus der Praxis seitens der Lehrstühle sehr projektspezifisch ausgewählt werden müssen.

Bild 3a zeigt das Antwortverhalten der Unternehmen und **Bild 3b** das der Lehrstühle in Bezug auf die Einbeziehung von Intermediären beim Zustandekommen von Erstkontakten zur TU Clausthal. Dabei wird deutlich, dass bei den Angaben zu den durch Dritte vermittelten Kontakten (33,3 % zu 18,9 %) und bei den durch die Lehrstühle initiierten Kontakten (38,9 % zu 2,7 %) Diskrepanzen zwischen den Aussagen der Lehrstühle und den befragten Unternehmen auftreten. Die Hälfte der nach Angabe der Lehrstühle rund 33 % durch Dritte vermittelten Erstkontakte kamen durch das Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung (ZTW) zustande. Bei den Unternehmen liegt die Angabe zu den vermittelten Erstkontakten mit 14,3 % deutlich niedriger. Zur Erklärung der Differenzen sei Folgendes angemerkt: Ein Teil der Unterschiede hinsichtlich der durch Dritte vermittelten Kontakte lässt sich möglicherweise darauf zurückführen, dass ein Kontaktieren der Transferstelle seitens der Unternehmen als Eigeninitiative, seitens der Lehrstühle aber als Vermittlungsleistung Dritter interpretiert wurde. Die unterschiedliche Bewertung der Kontaktabnahnung seitens der Lehrstühle hat ihren Grund möglicherweise darin, dass sich die Angebote der Lehrstühle überwiegend an Unternehmen außerhalb des Landkreises Goslar richteten. Die unterschiedlichen Angaben von Lehrstühlen und Unternehmen zu den vom Zentrum für Technologietransfer und Weiterbildung vermittelten Kontakten lässt sich möglicherweise dadurch erklären, dass das ZTW bislang in erster Linie Kontakte von den Lehrstühlen zu Unternehmen („Inside-out“) und weniger in umgekehrter Richtung („Outside-in“) hergestellt hat. Und schließlich kann eine Vermittlung auch außerhalb des ZTWs stattgefunden haben.

Neben der Klärung der Frage nach der Herstellung des Erstkontakts ist es für eine Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers wichtig, die Arten des Zustandekommens des Kontakts zwischen den Transferpartnern und ►

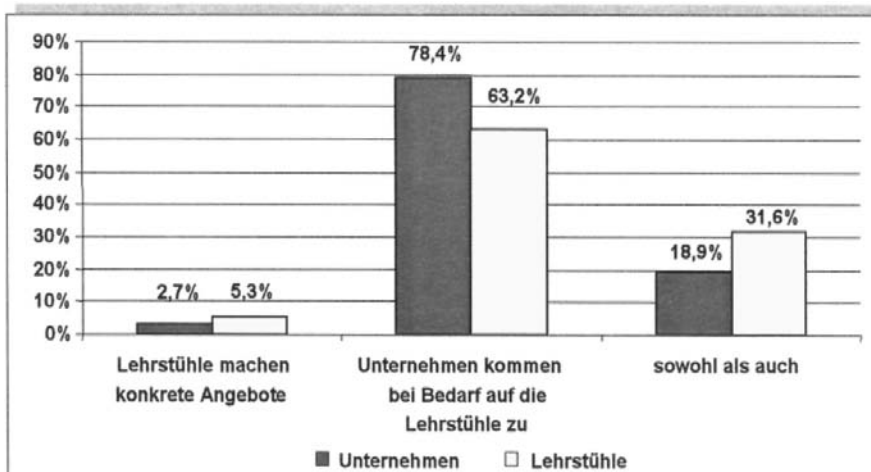


Bild 2: Kontaktabnahnung

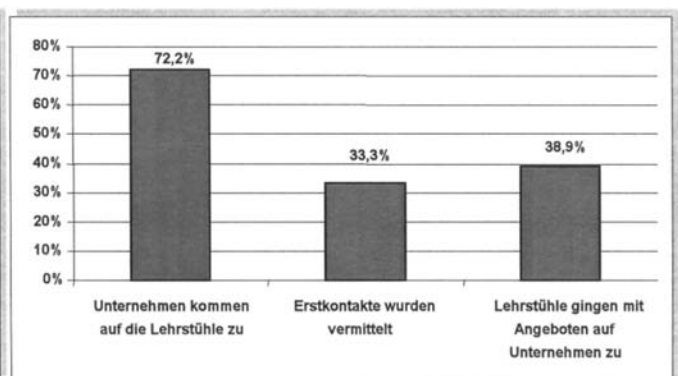
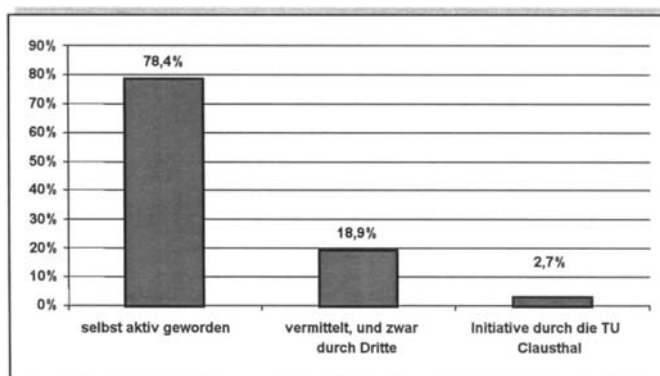


Bild 3: Zustandekommen der Kontakte
a: Angaben der Unternehmen

b: Angaben der Lehrstühle

deren Bedeutung für die Transferpartner zu kennen. Damit können Ansatzpunkte für eine qualitative und/oder quantitative Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers gewonnen werden. Die Befragung der Unternehmen und der Lehrstühle führte zu dem in **Bild 4** wiedergegebenen Ergebnis.

Eine weitere Voraussetzung für eine Verbesserung des Wissens- und Technologietransfers ist die Kenntnis der jeweiligen Motive der Beteiligten. Um diese zu eruieren, wurden sowohl die Unternehmen als auch die Lehrstühle gebeten, die aktuellen und potentiellen Vorteile, die sie in einem Wissens- und Technologietransfer sehen,

sich viele Vorbehalte von Unternehmen ohne Kontakt bei Unternehmen mit Kontakt zur TU Clausthal nicht bestätigen.

Den Lehrstühlen geht es nach Bild 5b beim Wissens- und Technologietransfer vornehmlich darum, Anstöße für praxisrelevante Forschungsfragen zu erhalten, einen besseren Zugang zu öffentlich finanzierten Drittmitteln zu bekommen und ihre wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Praxis zu testen, zu kontrollieren und weiterzuentwickeln. Darüber hinaus dient die Praxisrückkopplung auch dem Auf- und Ausbau von Reputation.

Um das Bild über den Stand des aktuellen Wissenstransfers zu vervollständigen, wurden die Unternehmen und Lehrstühle gebeten, die aus ihrer Sicht bestehenden aktuellen oder potentiellen Hemmnisse eines Wissens- und Technologietransfers zu benennen. **Bild 6a** und **6b** geben das Antwortverhalten der Unternehmen mit und ohne Kontakt zur TU Clausthal wieder, **Bild 6c** die Antworten der Lehrstühle. Es zeigt sich, dass Unternehmen und Lehrstühle hinsichtlich der Bedeutungseinschätzung des aktuellen bzw. potentiellen sachlichen und/oder zeitlichen Aufwands für eine Kooperation übereinstimmen und diesen als zu groß ansehen. Während darüber hinaus die Unternehmen vor allem Defizite hinsichtlich der personellen und sachlichen Ausstattung der Universität als Kooperationshemmnisse anführen, machen die Lehrstühle insbesondere die Praxisorientierung der Unternehmen, Verständigungsprobleme und Unklarheiten im Verwertungsrecht als (potentielle) Kooperationshemmnisse aus. Anzumerken ist, dass sich die Angaben der Unternehmen auf die Universität im Allgemeinen und nicht speziell auf die TU Clausthal beziehen. Bei den Angaben der Unternehmen scheint sich erneut die Vermutung zu bestätigen, dass die Angaben der Unternehmen ohne Kontakt zumindest teilweise auf Vorurteilen beruhen, die von Unternehmen mit Kontakt zur TU Clausthal nicht geteilt werden. ▶

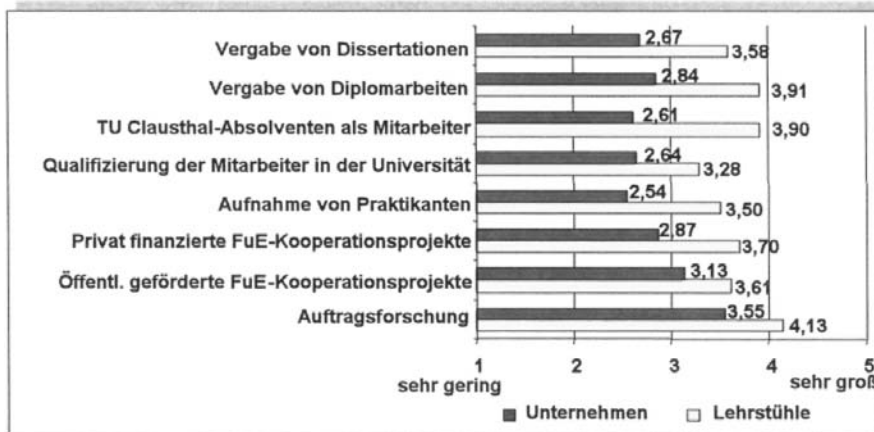


Bild 4: Kontaktarten und deren Bedeutung

Wie Bild 4 verdeutlicht, weisen die Lehrstühle der Auftragsforschung, der Vergabe von Diplomarbeiten sowie der Beschäftigung von Absolventen der TU Clausthal in den Unternehmen die größte Bedeutung zu. Diese Einschätzung wird von den Unternehmen nur hinsichtlich der Auftragsforschung annähernd geteilt. Möglicherweise deuten diese Ergebnisse darauf hin, dass die befragten Unternehmen die Kontaktabbahnung über Diplomarbeiten und Praktika nicht als Chance zur Rekrutierung von qualifizierten Mitarbeitern sehen. Auffällig ist, dass die Lehrstühle alle Kontaktarten als bedeutsamer einschätzen als die befragten Unternehmen.

anzugeben. Dabei ergab sich die in **Bild 5a** und **5b** wiedergegebene Motivlage.

In Bild 5a ist das Antwortverhalten der Unternehmen dargestellt, differenziert nach jenen, die bereits Kontakt zur TU Clausthal haben, und denen, die bisher keinen Kontakt zur TU Clausthal hatten. Die Ergebnisse zeigen, dass die Unternehmen mit Kontakt zur TU Clausthal einen Wissens- und Technologietransfer verständlicherweise in erster Linie als ein geeignetes Instrument betrachten, temporär auf die materiellen und immateriellen Ressourcen der TU Clausthal zugreifen und im Sinne der eigenen Zielsetzungen nutzen zu können. Darüber hinaus weisen die Ergebnisse in Bild 5a darauf hin, dass

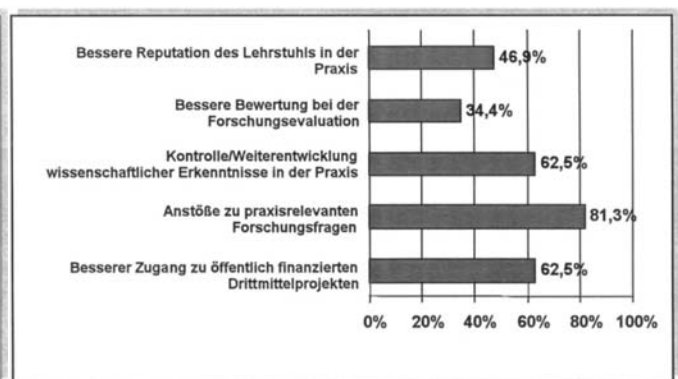


Bild 5: Vorteile eines Wissens- und Technologietransfers
a: Angaben der Unternehmen

b: Angaben der Lehrstühle

Im Zusammenhang mit den potentiellen Transferhemmnissen ist die Tatsache interessant, dass die Lehrstühle die zur Auswahl stehenden Transferhemmnisse generell als weniger stark ausgeprägt beurteilen als die befragten Unternehmen. Das lässt vermuten, dass die Werte auf mangelnden Erfahrungen (Lehrstühle) oder schlechten Erfahrungen (Unternehmen) beruhen. Angemerkt sei hier, dass bei den Lehrstühlen nur diejenigen Transferhemmnisse aufgeführt sind, deren Bedeutung als groß beziehungsweise sehr groß eingeschätzt wurde.

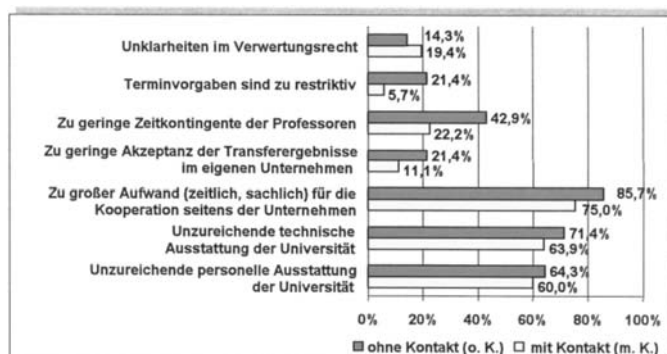
Ergebnissen kommen.

Entwicklungsperspektiven des Wissens- und Technologietransfers

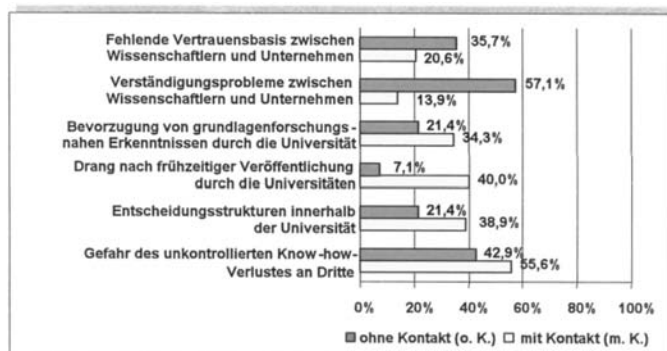
Die Perspektiven für die Entwicklung des Wissens- und Technologietransfers zwischen der TU Clausthal und Unternehmen der Region Goslar sind trotz der dargestellten Schwierigkeiten grundsätzlich positiv zu bewerten, wie auch die Befragungsergebnisse in Bild 1 verdeutlichen.

Die Studie hat gezeigt, dass die Problemfelder, die einen Wissens- und Technologietransfer zwischen der Universität und den Unternehmen im Landkreis Goslar behindern oder gar verhindern, im Wesentlichen drei Ebenen zugeordnet werden können. Dies sind Defizite auf der Informations-ebene, der Vertrauensebene und der Vermittlungsebene. Zur Systematisierung und Differenzierung der in der Studie identifizierten Defizite werden diese in **Bild 7** in einem Schichtenmodell graphisch wiedergegeben.

a)
Angaben der
Unternehmen (1)



b)
Angaben der
Unternehmen (2)



c)
Angaben der
Lehrstühle



Bild 6: Aktuelle und potentielle Transferhemmnisse

Vergleicht man diese Studie zum Stand des Wissens- und Technologietransfers auf regionaler Ebene mit denjenigen auf überregionaler Ebene (vgl. z. B. Edler, J./Schmoch, U. 2001 und Reinhard, M. 2001), beispielsweise hinsichtlich der Kriterien Verbreitungsgrad, Motive und Ziele, Rolle von Intermediären sowie Kooperationshemmnissen, so wird deutlich, dass die überregionalen Studien zu durchaus vergleichbaren

Ob es zukünftig besser als bisher gelingen wird, die Interessen der potentiellen Transferpartner aufeinander abzustimmen, hängt unter anderem davon ab, ob und inwieweit es gelingt, einen Fit zwischen dem Wissens- und Technologietransferangebot der TU Clausthal und der Nachfrage der Unternehmen aus der Region Goslar herzustellen und eventuell existierende gegenseitige Vorbehalte abzubauen.

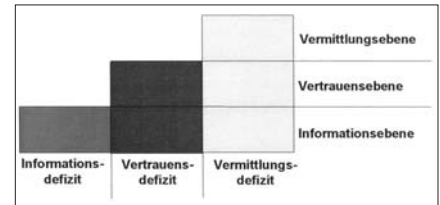


Bild 7: Defizitbereiche des Wissens- und Technologietransfers

Der Aufbau des Schichtenmodells lässt sich wie folgt erklären: Grundlage eines jeden Wissens- und Technologietransfers ist der gegenseitige Austausch von Informationen (Kommunikation). Informationen sind für einen derartigen Transfer zwar notwendig, aber nicht hinreichend. Sie können über persönliche Interaktion ausgetauscht werden, aber auch unter Einsatz von Kommunikationsmedien. Die Art des Informationsaustauschs hat einen entscheidenden Einfluss auf das Ausmaß der Hinführung zu einem Wissens- und Technologietransfer. Nur über den persönlichen Kontakt zwischen potentiellen Kooperationspartnern kann Vertrauen aufgebaut werden, das für eine Kooperation – aufgrund vieler prozessimmanenter Unwägbarkeiten – zwingend erforderlich ist. Dies bestätigen auch die Ergebnisse der Studie. Persönliche Kontakte können folglich nicht nur ein mögliches Informationsdefizit reduzieren, sondern sind darüber hinaus in der Lage, Vertrauen aufzubauen und damit ein mögliches Vertrauensdefizit abzubauen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die persönlichen Kontakte über einen längeren Zeitraum existieren und kontinuierlich gepflegt werden.

Um die Effizienz und Effektivität des Wissens- und Technologietransfers tendenziell zu erhöhen, schlagen Czarnitzki, D. et al. (2001) den Einsatz von Intermediären, wie z. B. Transferagenturen, Transfernetzwerken sowie Technologie- und Gründerzentren, vor. Einige dieser Ansatzpunkte hat die TU Clausthal bereits umgesetzt, so beispielsweise in Form des Zentrums für Technologietransfer und Weiterbildung, dem Gründerservice sowie dem personengebundenen Angebot zur Technologieberatung. Dies ermöglicht in größerem Umfang als früher, persönliche Kontakte herzustellen, zu vermitteln und auch zu pflegen.

Die Reduzierung eines Vertrauensdefizits geht immer auch einher mit einer Reduktion des Informationsdefizits und ist nur langfristig erreichbar. Voraussetzung für eine Vermittlungsleistung ist, dass entsprechende Informationen geflossen sind und Vertrauen aufgebaut wurde. Darüber hinaus müssen gegebenenfalls für ein konkretes Transferprojekt auch noch Vermittlungsdefizite abgebaut werden, damit Kooperationspartner zusammengebracht werden können, die ihre unterschiedlichen Interessen und Ziele in einem konkreten Vorhaben aufeinander abstimmen können. Das Ebenenmodell macht deutlich, dass die jeweils übergeordneten Ebenen das

Erreichen der darunter liegenden mit einschließt. So ist es z. B. mit der erfolgreichen Vermittlung eines Transferprojekts auch gelungen, ausreichend Vertrauen aufzubauen und die notwendigen Informationen auszutauschen. Entsprechendes gilt für die Vertrauensebene.

Als Fazit der Untersuchung bleibt festzuhalten, dass hinreichend Potential für einen Wissens- und Technologietransfer zwischen den Lehrstühlen der TU Clausthal und Unternehmen des Landkreises Goslar vorhanden ist, dass dieses in weiten Teilen bereits genutzt wird, aber noch nicht voll ausgeschöpft ist und in Zukunft sogar noch wachsen wird.

Anm. d. Red.: Ausführliche Literaturangaben sind auf Wunsch bei den Verfassern erhältlich.

Prof. Dr. rer. pol. Wolfgang Pfau
Dipl. oec. Bernd Bräuer
Institut für Wirtschaftswissenschaft
Julius-Albert-Straße 2
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-76 20 (Pfau)
0 53 23/72-76 21 (Bräuer)
Fax.: 0 53 23/72-76 39



Einfluss des Rillungssystems auf die Bordscheibenbelastung einer Seiltrommel

Von Peter Dietz, Ilaka Mupende und Steffen Otto

Die ursprünglich in der Förder- und Hebertechnik eingesetzten Seiltrommeln besaßen einen glatten Trommelmantel. Damit war die Restriktion verbunden (nach § 21 der Unfallverhütungsvorschriften, *ERNST* 1950), dass das Seil in erster Linie nur einlagig aufgewickelt werden durfte, weil die Seilführung schlecht und die Gefahr des Einschnidens höherer Lagen sowie des Aufbaus des Seils an einer Stelle groß war (**Bild 1**).

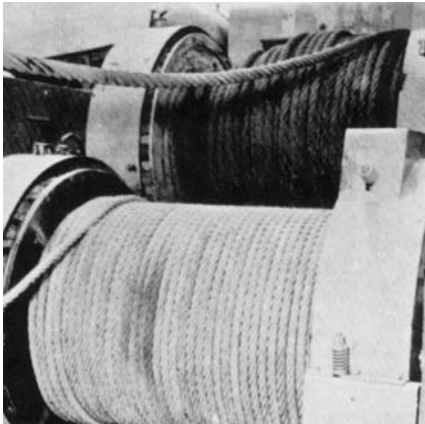


Bild 1: Vergleich der Wickelbilder; glatte Seiltrommel mit aufgebautem Seil (oben im Bild) und geordnetes Seilpaket bei einer Trommel mit Rillungssystem nach LeBus (unten im Bild), (Firmenprospekt)

Eine mehrlagig bewickelte glatte Trommel wurde deshalb ausschließlich in Verbindung mit geringen Ansprüchen an die Zugkraft (z.B. als Speichertrommel hinter einem Treibscheibenantrieb) eingesetzt. Später versah man den Mantel häufig mit schraubenförmig eingedrehten Rillen (**Bild 2**), womit die Seilführung in der ersten Lage – und nur in dieser – verbessert werden konnte. Eine Mehrlagenbewicklung unter hohen Zugkräften war aber auch mit diesem Wickelsystem nicht realisierbar.

Zudem führte der lange Kreuzungsbereich der einzelnen Windungen zu einem höheren Seilverschleiß und damit zu einer geringen Lebensdauer des Seils.

Rillungssystem nach LeBus

Anfang der 60er Jahre stellte die Firma LeBus International Engineers ein neues Rillungssystem vor, das heute im Bereich der Hub- und Bergewinden eine breite Anwendung findet. Dieses im allgemeinen als LeBus-Berillung bezeichnete Rillungssystem ist durch vier Umfangsbereiche – zwei Parallelabschnitte und zwei Steigungsab-

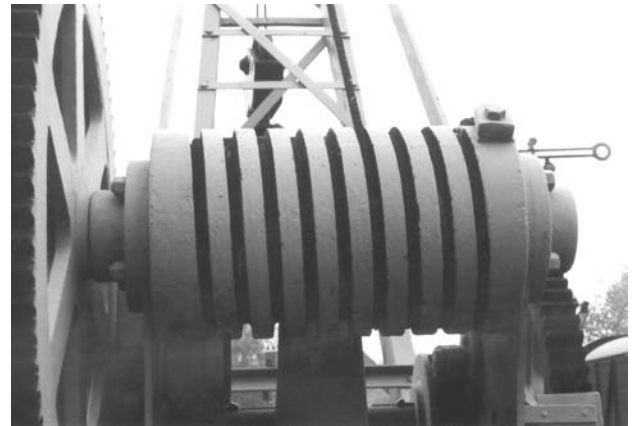


Bild 2: Beispiel für eine einlagige Seiltrommel mit schraubenförmiger Rillung (Mobilkran der 20er Jahre)

schnitte, in denen das Seil jeweils um den halben Windungsabstand abgelenkt wird – charakterisiert (**Bild 3**). Die Winkelausdehnung der Parallel- und Aufstiegsbereiche variiert von Konstruktion zu Konstruktion und ist vom Einsatzfall, dem Seildurchmesser, den Trommelabmessungen und der Seilbiegesteifigkeit abhängig. Üblicherweise sind die Parallelbereiche größer als die Aufstiegsbereiche; sie nehmen ca. 50 bis 80% der Manteloberfläche ein. Um die Seilführung im Bereich des Seileinlaufs und beim Aufstieg zur nächsten Lage zu unterstützen, werden in der ersten Lage häufig Ausgleichs- und Steigungsselemente angebracht (vgl. Bild 3). ▶

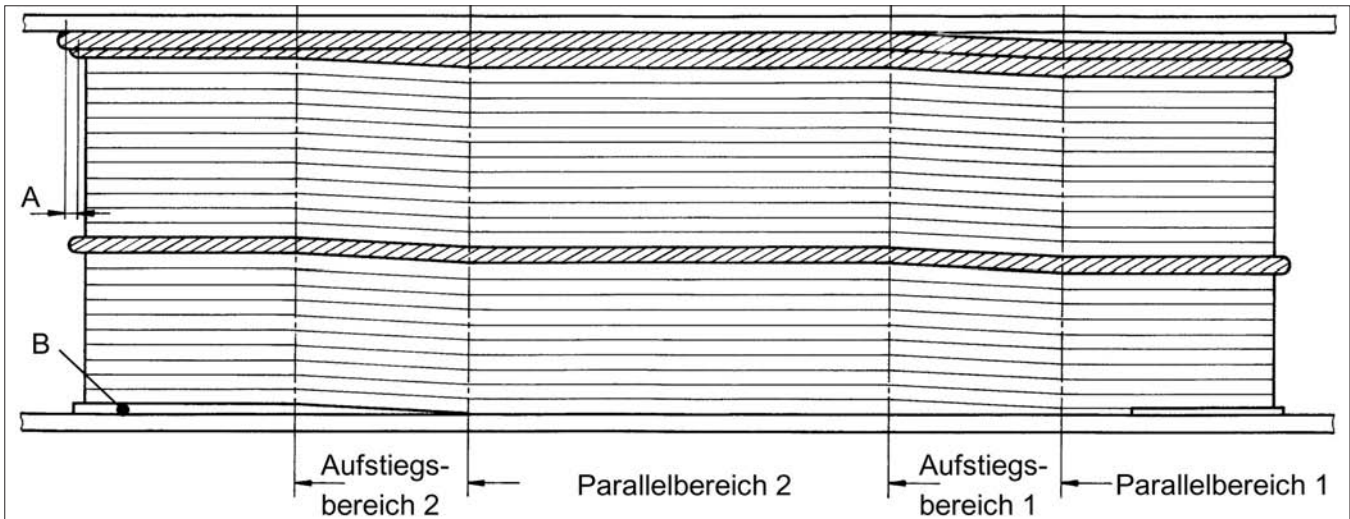


Bild 3: Abgewickelte Seiltrommel mit LeBus-Berillung; A): Aufstieg in die nächste Lage; B): Ausgleichs- und Steigungselement

Mit der LeBus-Berillung erfährt das Seil auch in den oberen Lagen eine definierte Führung, weil die Windungen der unteren Lage praktisch die Funktion der Mantelrillung übernehmen. Resultierend hieraus bildet sich ein geordnetes Seilpaket, das eine hohe Lagenanzahl und damit kompakte Seiltrommelkonstruktionen erlaubt. Die relativ kleine Winkelausdehnung der Aufstiegsabschnitte bewirkt eine Verkürzung des Kreuzungsbereichs der Windungen zweier benachbarter Lagen, wodurch der Seilverschleiß und das Abplatten des Seilquerschnitts örtlich begrenzt wird. Ein weiterer Aspekt, der im folgenden näher betrachtet werden soll, sind die gegenüber den glatten bzw. schraubenförmig verrillten Seiltrommeln veränderten Kontaktverhältnisse zwischen Seil und Bordscheibe.

Spulungsvorgang

Bei einer Seiltrommel mit LeBus-Berillung werden prinzipiell zwei Steigungsprozesse unterschieden:

- das Steigen (Weiterschieben) der Windungen in Axialrichtung und
- das Aufsteigen der letzten Windung in die nächste Lage.

Das Aufsteigen zur nächsten Lage vollzieht sich in mehreren Phasen. Die dabei herausgebildeten Kontaktverhältnisse sind maßgebend für die Belastung der Bordscheibe und damit auch für deren Dimensionierung. Das Aufsteigen des Seils kann wie folgt beschrieben werden (Bild 4):

1. Erreicht die letzte *Windung a* der *Lage i+1* den *Parallelbereich 2*, so läuft es zunächst noch entlang der Bordscheibe, ohne eine Kraft auf diese auszuüben.
2. Im anschließenden *Aufstiegsbereich 2* verhindert die Bordscheibe das axiale Weiterschieben des Seils, so dass dieses auf der darunter liegenden Windung (oder auf dem Aufstiegskeil) in die nächste *Lage i+2* aufsteigt. In dieser Phase entwickelt sich ein Druck auf die Bordscheibe, dessen Kontaktlinie mit einer Spiralfunktion (MUPENDE 2001) beschrieben werden kann.
3. Im folgenden *Parallelbereich 1* legt sich das Seil in die Lücke zwischen der letzten Windung der unteren *Lage i+1* und der Bord-

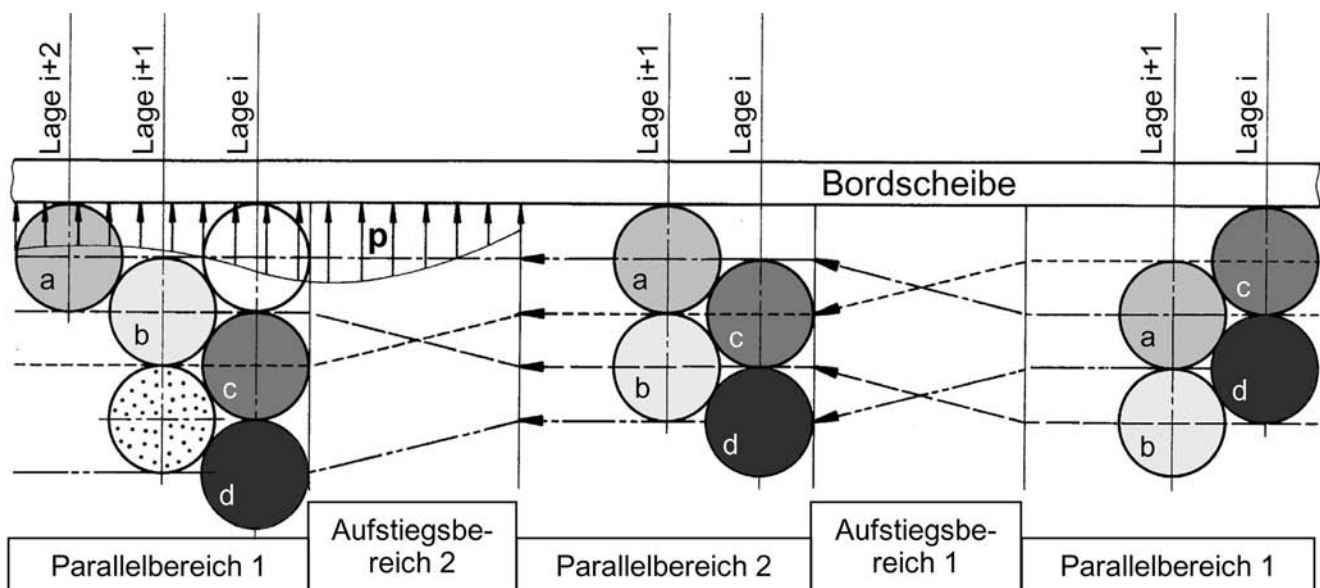


Bild 4: Darstellung des Spulungsvorgangs

scheibe. Durch diesen Keileffekt wird weiterhin Druck auf die Bordscheibe ausgeübt, die Kontaktlinie entspricht jetzt einem Kreisbogenabschnitt.

4. Im nächsten **Aufstiegsbereich 1** verliert das Seil den Kontakt zur Bordscheibe, da es sich um eine Steigungsbeite in Axialrichtung zur gegenüberliegenden Bordscheibe zurückbewegt.

Zusammenfassend betrachtet erstreckt sich der Kontaktbereich zwischen Bordscheibe und Seil über maximal 180° (ein Aufstiegsbereich und ein Parallelbereich, **Bild 5**). Die Kontaktzonen zweier benachbarter Lagen liegen dabei für den Fall einer Seiltrommel mit ganzzahliger Windungsanzahl um 180° versetzt zueinander.

Die begrenzten Kontaktzonen führen zu einer asymmetrischen Belastung der Bordscheiben, die am Institut für Maschinenwesen der TU Clausthal mit Hilfe von Finite Elemente Simulationen und experimentellen Beanspruchungsanalysen untersucht wurde.

Windenprüfstand

Bild 6 zeigt eine Gesamtansicht des für die Untersuchung eingesetzten Prüfstandes, der eine Länge von 16 m hat. Als zentrale Baueinheit ist die Treibscheibenwinde HS 200 der Firma Rotzler zu nennen, mit der Zugkräfte bis zu 300 kN und Seilgeschwindigkeiten bis zu 40 m/min realisiert werden können. Weiterhin bietet diese Treibscheibenwinde die Möglichkeit, Seile mit Durchmessern zwischen 12 mm und 29 mm ein-

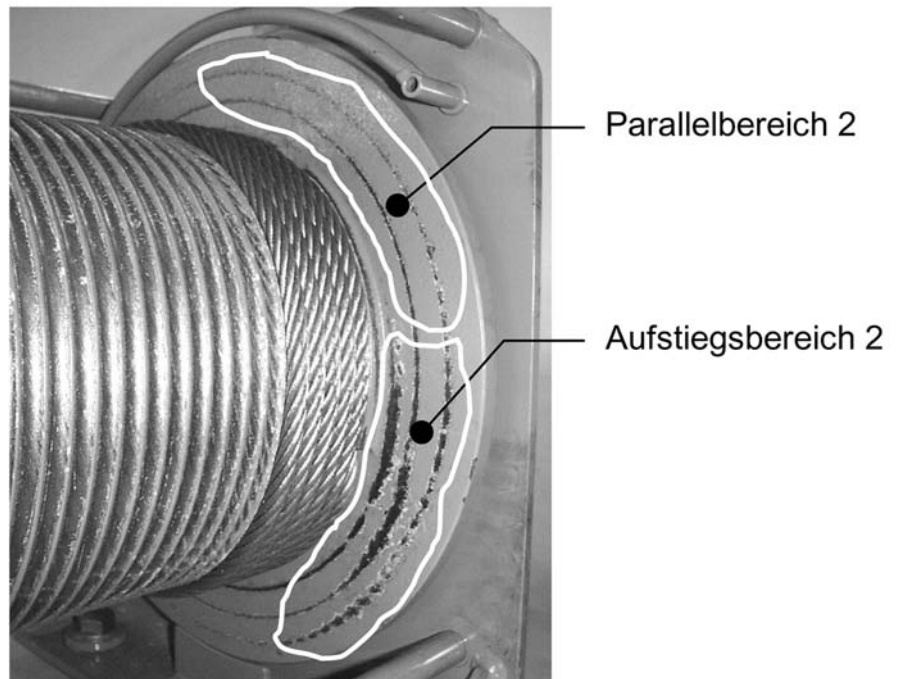


Bild 5: Kontaktschäden an einer Bordscheibe einschließlich einer groben Abgrenzung der maßgebenden Druckbereiche

zusetzen, womit sich ein umfangreiches Spektrum an Prüfaufgaben ergibt. Das nahezu lastfrei aus der Treibscheibenwinde auslaufende Seil wird auf eine Speichertrommel gewickelt, die in Abhängigkeit des verwendeten Seildurchmessers Seillängen zwischen ca. 400 m und ca. 600 m aufnimmt. Diese hohe Speicherkapazität gewährleistet die Durchführung von Versuchsreihen, bei

denen die Prüfwinde in weiten Grenzen mehrlagig bewickelt werden kann.

Als maximale Abmessungen für den Prüfling sind ein bewickelter Durchmesser bis maximal 800 mm und eine Trommellänge bis zu 1000 mm (entspricht einem maximalen Ablenkungswinkel von $1,8^\circ$ im unbelasteten Zustand) zulässig. Die Untersuchung größerer Prüflinge oder glatter ►

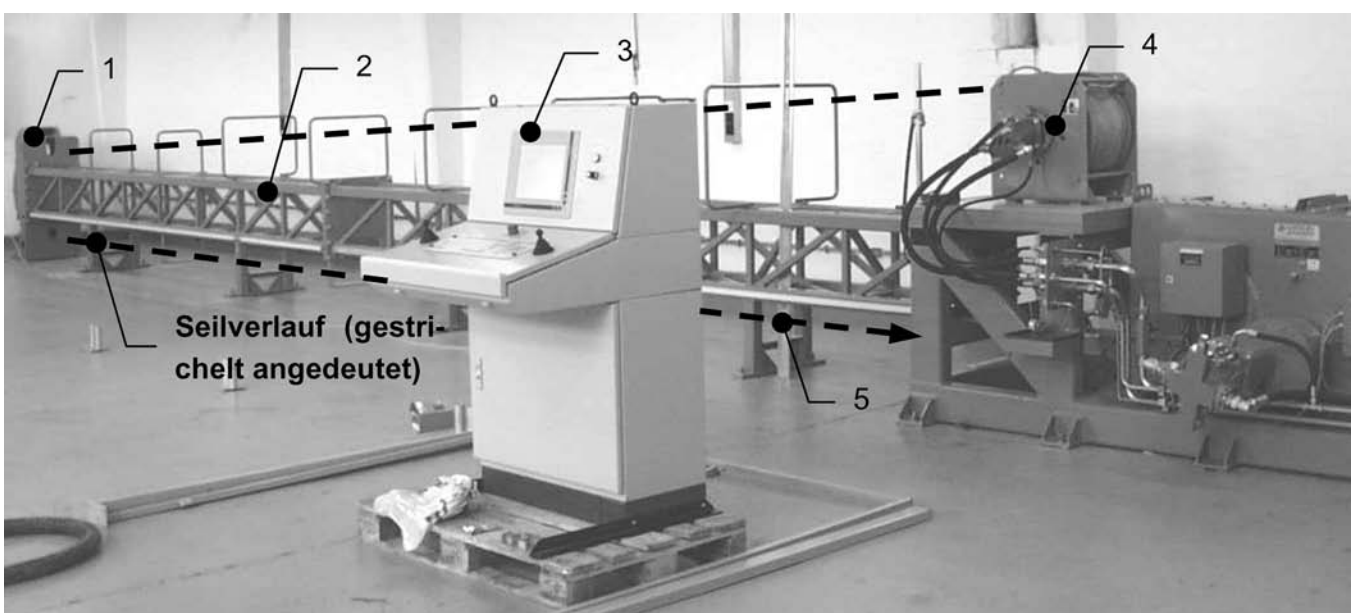


Bild 6: Universal-Seiltrommelprüfstand zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme

- 1) Umlenkscheibe, die sich über einen Hebel auf einer Kraftmessdose zur Erfassung der Seilzugkraft abstützt; 2) Gittermast mit Seilfängen; 3) Steuerpult für den manuellen und automatischen Prüfstandsbetrieb; 4) Prüfwinde; 5) zur Bremswinde und Speichertrommel

Trommeln mit Seilwickelvorrichtung ist, entsprechende Umbauarbeiten vorausgesetzt, im Einzelfall ebenfalls möglich.

Die Versuchsdurchführung erfolgt im automatischen Prüfbetrieb. Hierbei ist es möglich, die Seilzugkraft und -geschwindigkeit lagenweise zu variieren, so dass die Beanspruchungsverteilung einer mehrlagig bewickelten Trommel unter verschiedenen Lastsituationen (z.B. konstante Zuglast in allen Lagen oder Bewicklung mit niedrigen Seilzugkräften in den unteren und mit hohen in den oberen Lagen) analysiert werden kann. Durch die Vorgabe von Lastkollektiven kann ebenfalls das dynamische Betriebsverhalten von Seiltrommeln und der Einfluss des Seilverschleißes auf das Spulungsverhalten untersucht werden.

Messung und Simulation der Bordscheibenbelastung

Die Erfassung der Bordscheibenbeanspruchung erfolgte mit Hilfe einer telemetrisch arbeitenden DMS-Vielstellen-Messtechnik. In **Bild 7** ist die Verteilung der Messpositionen über dem Umfang und dem Radius einer Bordscheibe dargestellt. Die eingesetzten DMS-Gitter erlauben es, die Dehnungen in Radial- und Tangentialrichtung zu messen, womit der Spannungs- und Verformungszustand der Bordscheiben genau beurteilt werden kann.

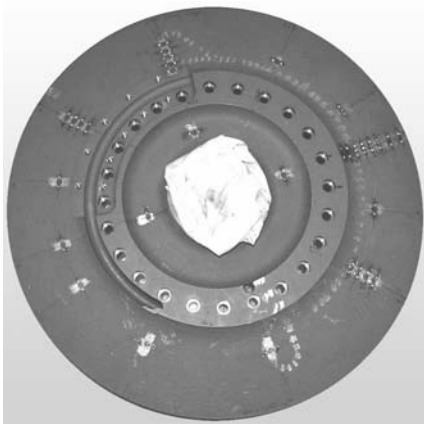


Bild 7: Verteilung der DMS-Messstellen über dem Umfang und dem Radius der Bordscheibe

Für einen Versuch mit konstanter Zugkraft von der ersten bis zur letzten Lage ergab sich über dem Umfang der Bordscheibe die in **Bild 8** gezeigte Spannungsverteilung (Radial-, Tangential- und Vergleichsspannung). An der betrachteten Bordscheibe steigt das Seil im 2. Aufstiegsbereich nach oben, so dass in diesem Winkelsektor hohe Beanspruchungen auftreten (vgl. Bild 8).

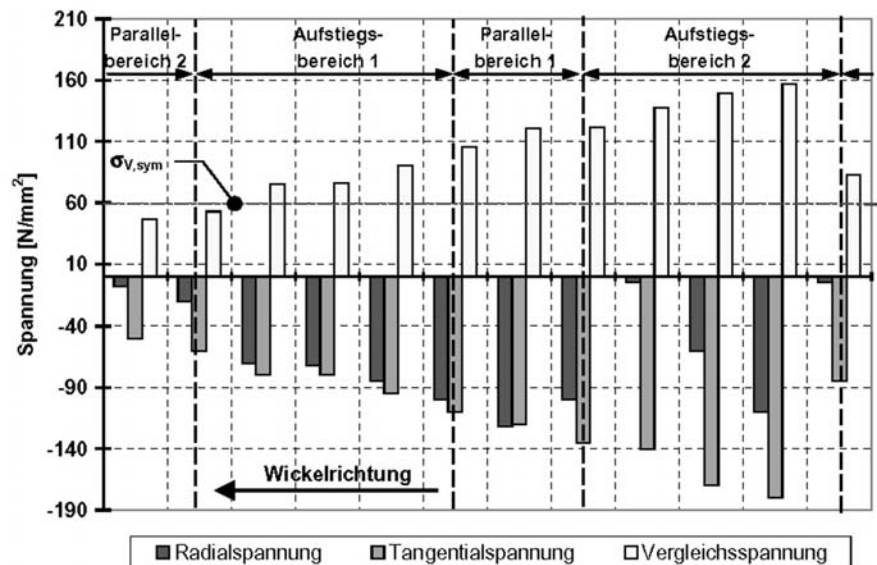


Bild 8: Spannungsverteilung über dem Umfang der Bordscheibe gemessen auf der 5. Lage ($\sigma_{v,sym}$ ist die erwartete Vergleichsspannung bei einer symmetrisch belasteten Bordscheibe)

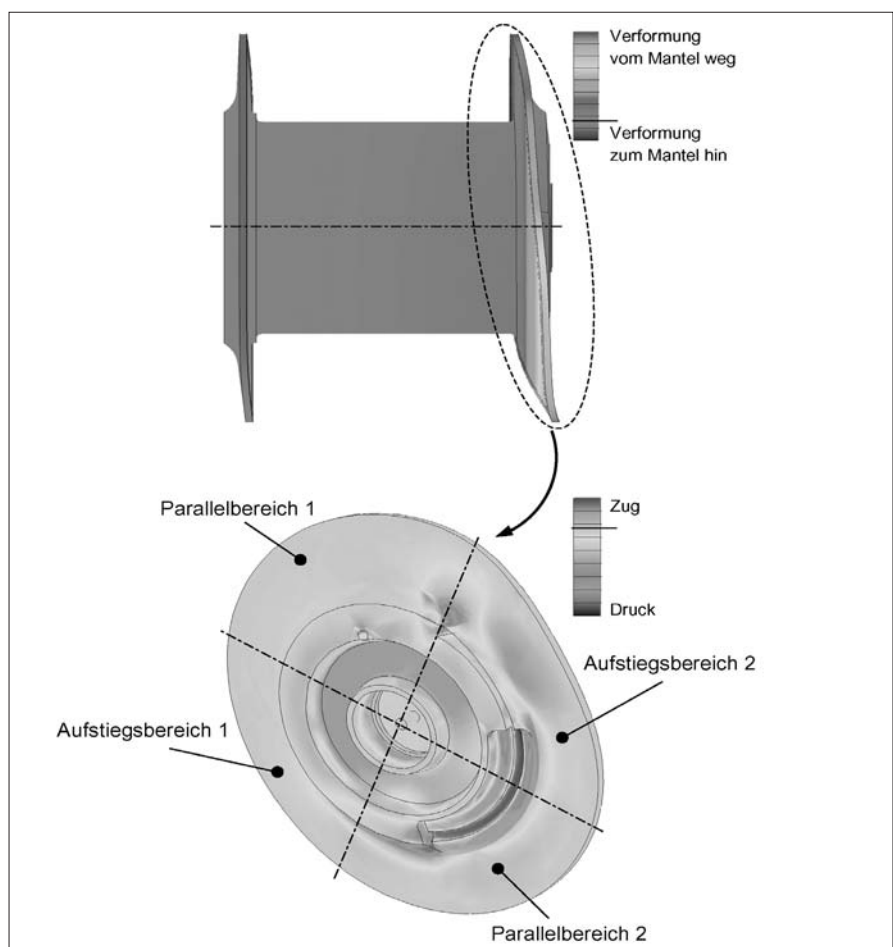


Bild 9: Asymmetrische Verformung und Beanspruchung der Bordscheibe einer Seiltrommel mit LeBus-Berillung
FE-Simulation (Seilzugkraft $F_S = 100$ kN, Mantelgrunddurchmesser $d_G = 467$ mm, Bordscheibendurchmesser $d_B = 855$ mm)

Entsprechend den vorangegangenen Ausführungen bleibt das Seil auch im folgenden Parallelbereich 1 in Kontakt mit der Bordscheibe, weshalb die Druckbelastung (mit abnehmender Tendenz) erhalten bleibt. Der Spannungsverlauf bestätigt damit die anhand des Spulungsvorgangs erläuterte asymmetrische Belastung der Bordscheibe bei einer Seiltrommel mit LeBus-Berillung.

Bisher verwendete Berechnungsmethoden (DIETZ 1971, KRAITSCHY 1973, WATERS 1920) gehen davon aus, dass die aus der Verformung des Seilpakets resultierende Axialkraft auf die Bordscheiben als Linienlast über dem gesamten Umfang wirkt. Damit wird gleichzeitig eine symmetrische Belastung der Bordscheiben vorausgesetzt. Diese Betrachtungen stimmen mit den Belastungsverhältnissen von glatten und schraubenförmig verrillten Seiltrommeln gut überein, bei denen das Seil die Bordscheibe nahezu über dem gesamten Umfang berührt.

Wie die experimentellen Untersuchungen gezeigt haben, entwickelt sich der Druck auf die Bordscheiben bei einer Seiltrommel mit LeBus-Berillung jedoch nur in einem Winkelbereich von maximal 180°. Die erzeugten Beanspruchungen können deshalb lokal um das **Dreifache** höher sein als bisher in der Auslegung angenommen wird.

Die asymmetrische Verformung der Bordscheibe wurde auch mit Hilfe von Finite-Elemente-Simulationen nachgewiesen. Die Einleitung der Axialkräfte im FE-Modell erfolgte hierbei auf den Kontaktlinien zwischen Seil und Bordscheibe, also auf einem Bogensegment (Spiralbogensegment im Aufstiegsbereich bzw. Kreisbogensegment im Parallelbereich). **Bild 9** zeigt das asymmetrische Verformungsbild einer derartig belasteten Bordscheibe, welches durch das lokale "Herausklappen" des hochbelasteten Aufstiegsbereichs (vgl. Bild 8) gekennzeichnet ist. Markant für diese Art der örtlich begrenzten Biegeverformung sind hohe tangentielle Zugspannungen an der Außenseite der Bordscheibe.

Fazit

Konventionelle, aber heute noch angewendete Berechnungsmethoden zur Ermittlung der Bordscheibenbeanspruchung basieren auf der Annahme einer symmetrischen, über den Umfang der Bordscheibe gleichmäßig verteilten Axiallast, welche aus dem Linienkontakt der Seilpaketlagen resultiert.

Diese Vorgehensweise erfasst die Bordscheibenbeanspruchung einer Seiltrommel mit LeBus-Berillung nur ungenügend. Begründet durch den Spulungsvorgang entsteht bei diesem Rillungssystem eine asymmetrische Druckverteilung über dem Kontaktbereich der einzelnen Lagen, der sich auf maximal 180° (ein Aufstiegs- und ein Parallelbereich) begrenzt. Bei mehrlagig bewickelten Seiltrommeln mit einem geometrischen Verhältnis von ca. $h_B/d_B < 0,025$ und ca.

$d_B/d_G > 1,8$ (Bordscheibendicke h_B , Bordscheibendurchmesser d_B , Mantelgrunddurchmesser d_G) ergibt sich ein Verformungs- und Beanspruchungsverhalten, das sich von dem einer symmetrisch belasteten Bordscheibe deutlich unterscheidet.

Diesem Sachverhalt sollte der Konstrukteur besonders bei der Entwicklung von mehrlagigen Leichtbau-Seiltrommeln Beachtung schenken, um durch realitätsnahe Lastannahmen eine sichere Konstruktion zu erzielen.



Nordmeyer
Maschinen- und Brunnenbohrgerätebau

ERDWÄRME-ENERGIE?
Wir wissen, wie sie gewonnen wird.

Geothermie-Doppelrohr-Bohrgestänge




Typische Bohrbaustelle einer Geothermie-Lokation

Der Doppel-Rotorkopf von Nordmeyer ist der Schlüssel für

GEOTHERMIE

Bohrungen

Dieses erworbene Wissen - also den Vorsprung gegenüber den Mitbewerbern, verdanken wir nicht zuletzt unserem steten, guten Kontakt zu den Bohrfachleuten und ihren praktischen Erfahrungen. **'Danke - an Euch Bohrmeister - draußen - vor Ort!'**



NW 32-Sonde auf 160 Meter eingebaut.

Dieses Wissen können wir mit unserem Bohrgeräte-System an Sie weitergeben!

Nordmeyer GmbH & Co. KG
Postfach 1604
D-31206 Peine
Tel. 05171 / 542 - 0
Fax 05171 / 542 110
E-mail: info@nordmeyer.de
Internet: www.nordmeyer.de

Anm. d. Red.: Auf Wunsch können über die Verfasser die vollständigen Literaturangaben bezogen werden.

*Prof. Dr.-Ing. Peter Dietz
Dr.-Ing. Ilaka Mupende
Dipl.-Ing. Steffen Otto
Institut für Maschinenwesen
Robert-Koch-Straße 32
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-22 70 (Dietz)
0 53 23/72-21 47 (Mupende, Otto)
Fax: 0 53 23/72-35 01*

Energie für die Zukunft

Von Roman Weber und John Philip Smart

Die zunehmende Nutzung von Biomasse in der kohlebetriebenen stromerzeugenden Industrie ist einer der Brennpunkte für unsere „grüne Zukunft“. Da heute noch eine bedeutende Menge an Strom in großen Kraftwerken mittels Kohleverbrennung erzeugt wird – typischerweise verbrennen derartige Kraftwerke heutzutage pro Sekunde zwischen 3 und 5 kg des Primärbrennstoffs Kohle, – ist es außerordentlich wichtig, selbst geringe Mengen dieses traditionellen Brennstoffs durch Biomasse oder Abfall zu ersetzen. Diese Brennstoffsubstitution ermöglicht nicht nur umfangreiches Recycling von Biomasse und „Brennstoff“ aus Abfall, sondern stellt auch eine bedeutende Alternative dar zu der derzeit üblichen Mülldeponierung, die zudem nach der TASI („Technische Anleitung Siedlungsabfall“) ab dem Jahr 2005 in Deutschland gesetzlich stark eingeschränkt ist.

An das Institut für Energieverfahrenstechnik und Brennstofftechnik (IEVB) der TU Clausthal wurde kürzlich von der EU ein bedeutendes Projekt mit dem Ziel vergeben, die Möglichkeiten der Steigerung der Nutzung von Biomasse und Abfallstoffen in der kohlebetriebenen Kraftwerksindustrie zu bewerten. Das Projekt wird gemeinsam mit einer Reihe von Partnern aus verschiedenen EU-Ländern bearbeitet, die jeweils unterschiedliche, aber sich gegenseitig ergänzende Aspekte untersuchen. An diesem unter dem Namen **POWERFLAM** laufenden Projekt sind als Hauptpartner beteiligt:

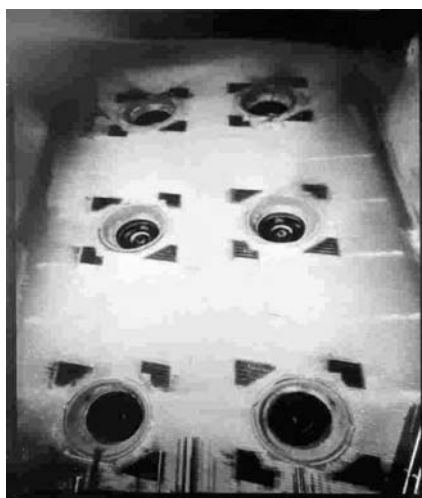
- IEVB - TU Clausthal (D),
- VGB PowerTech e.V. (D),
- Electricité de France (F),
- IFRF Research Station B.V. (NL),
- ENEL Produzione SPA (I),
- Laborelec CVBA (B),
- University of Wales, Cardiff (UK),
- University of Glamorgan (UK),
- Instytut Energetyki (PL),
- International Flame Research Foundation (NL).

Das Programm besteht aus Untersuchungen im Labor- und Pilotmaßstab, Tests im Industriemaßstab und der Entwicklung mathematischer Modelle mit Hilfe des CFD-Codes (Computational Fluid Dynamics). Die für das **POWERFLAM**-Projekt interessierenden Brennstoffe sind insbesondere: Klärschlamm, Holzabfälle und Sekundärbrennstoffe aus Abfall.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird heute in den meisten kohlebetriebenen Kraftwerksanlagen nicht die Sorte Kohle verwendet, für die die Kraftwerke ausgelegt sind. Wenn auch der Kohlepreis pro Tonne, z. B. aus Australien, Südafrika, Südamerika, Indonesien, sehr günstig erscheint, erweist sich das Verhalten dieser Kohle im Betrieb häufig als problematisch. Bei Verwendung anderer Brennstoffe können in kohlebetriebenen Kraftwerksanlagen erhebliche Probleme auftreten. Um einen ersten Eindruck zu erhalten, muss der Einfluss folgender Parameter untersucht werden:

- Brennstoffversorgung und -aufbereitung,
- Sicherheit,
- Zündung und Flammenstabilität,
- Wärmeübertragung,
- Ausbrand,
- Ascheverhalten,
- Schadstoffemissionen.

Soll ein Teil des in einem Kraftwerk eingesetzten Brennstoffs durch einen anderen Brennstoff ersetzt werden – in diesem Zusammenhang wird nur das Ersetzen der gesamten Kohle oder die zusätzliche Befeuerung mit einem bestimmten Anteil an Biomasse oder Abfallstoffen betrachtet –, so müssen sämtliche genannten Parameter untersucht werden, um sicherzustellen, dass die baulichen Änderungen an der Anlage möglichst gering sind.



Kohlebeheizter Kessel eines Kraftwerks

IEVB und POWERFLAM

Bei der Verwendung von Biomasse und anderen Brennstoffen aus Abfall in bereits existierenden kohlebetriebenen Stromerzeugungsanlagen können viele Probleme auftreten. Für die Bearbeitung der folgenden Aspekte stehen am IEVB entwickelte bewährte Technik und Versuchsanlagen im Pilotmaßstab zur Verfügung:

- Brennstoffaufbereitung,
- Zündung und Flammenstabilität,
- Wärmeübertragung,
- Ausbrand,
- Ascheverhalten,
- Schadstoffemissionen.

Zur Vervollständigung der experimentellen Untersuchungen wird auch eine umfassende mathematische Modellierung auf CFD-Basis erstellt.

Das Programm ist für drei Jahre geplant und ist aufgeteilt in einzelne miteinander in Verbindung stehende Arbeitspakete. Die Führung und Koordination des Paketes mit den Untersuchungen im Labor- und Pilotmaßstab liegt in den Händen des IEVB. Das IEVB stellt die Übereinstimmung der experimentellen Untersuchungen sowohl mit den Ergebnissen der Arbeiten im Industriemaßstab als auch mit den ergänzenden mathematischen Modellierungsprogrammen sicher.

Ansprechpartner am IEVB für das **POWERFLAM**-Projekt sind Prof. Dr. R. Weber und der Projektleiter Dr. J. P. Smart, Mitarbeiter sind Frau G. Mißling und die Herren H. J. Becker, S. Fellner, S. Hanke, J. H. Hoffschläger, M. Irmer, M. Mancini und E. Terzi.

Prof. Dr.-Ing. Roman Weber
Dr. John Philip Smart
Institut für Energieverfahrenstechnik
und Brennstofftechnik
Agricolastraße 4
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-20 33 (Weber)
0 53 23/72-23 60 (Smart)
Fax: 0 53 23/72-31 55

Heterocyclische mesomere Betaine

Von Laboratoriumskuriositäten zu biologischen Schlüsselmolekülen

Von Andreas Schmidt, Tobias Habeck und Thorsten Mordhorst

*"Doppeltes werde ich berichten:
Einmal wachsen sie zusammen,
um ein alleiniges Eines zu sein
aus Mehrerem, das andere Mal
entwickeln sie sich zu Verschiede-
nem, dass sie Mehreres sind aus
einem."*

EMPEDOKLES

Geschichte und Klassifizierung mesomerer Betaine

Der Vorsokratiker *EMPEDOKLES VON AKRAGAS*, dem wir den zitierten Satz verdanken, unterschied als Erster zwischen vier Elementen – Feuer, Wasser, Erde, Luft – als dem Ursprung aller Dinge und zwei entgegengerichteten Kräften, die er „Liebe“ und „Streit“ nannte. Natürlich verdanken wir *EMPEDOKLES* keine Erkenntnisse über mesomere Betaine; ersetzt man die vier „klassischen“ Elemente allerdings durch Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff sowie die gegenläufigen Kräfte schließlich durch positive und negative Ladungen, so nimmt dieser Satz auch das vorweg, was mehr als zwei Jahrtausende später auf einem Spezialgebiet der Organischen Chemie Gegenstand intensiver Diskussionen werden sollte.

Die Geschichte der im Labor synthetisierten Verbindungsklasse „heterocyclische mesomere Betaine“ beginnt im Jahre 1882, als

FISCHER und *BESTHORN* in einer Veröffentlichung eine Reihe von Reaktionsprodukten beschrieben, die sie durch Umsetzung von Schwefelkohlenstoff mit Phenylhydrazin erhalten hatten. Obwohl die Autoren in diesem Zusammenhang erwähnen, dass es sich um „erste Repräsentanten einer neuen und interessanten Körperklasse“ handele, wurde erst 87 Jahre später bewiesen, dass der ursprüngliche Strukturvorschlag nicht korrekt war: Nicht Verbindung **1**, sondern **2**, das Chemiker als Valenztautomerer von **1** bezeichnen, war als Stammvater aller synthetischen mesomeren Betaine unwissentlich gefunden worden. Auch die Strukturen der später synthetisierten Betaine **3** blieben lange Jahre unerkannt (*EARL*, *MACKNEY* 1935). Für sie wurde zunächst die hypothetische Struktur **4** formuliert. Die Autoren, denen bewusst war, dass diese Strukturformulierung nicht zu den Eigenschaften der Verbindung pass-

te, prägten das Akronym *Sydnor* nach dem Laborstandort, Sydney. Ursprünglich nur bis zur endgültigen Strukturaufklärung – also als Interimsname – gedacht, ist diese Bezeichnung jedoch bis heute gültig geblieben (obwohl wir heute die tatsächliche Struktur kennen) und wurde durch die Definition der *Münchnone* durch *HUISGEN* (1964) in München noch verfestigt. Viele Patienten werden heute mit dem mesomeren Betain **5** behandelt, das man als *Sydnor-Imin* bezeichnen muss und das sich unter dem Namen *Corvaton*® als Mittel zur Angina-pectoris-Prophylaxe in breiter Anwendung befindet (**Bild 1**). Die Substanzklasse der *Clausthalone* muss noch gefunden werden: eine neue Herausforderung.

Moleküls „neutralisieren“ können. Die Ladungen können sich dabei im Molekül räumlich trennen, so dass es einen positiv und einen negativ geladenen Molekülbereich gibt („Kreuzkonjugation“). In anderen mesomeren Betainen befinden sich die Ladungen sogar an denselben Atomen, ohne sich zu neutralisieren („Konjugation“). Beide Phänomene treffen bisweilen heute noch auf Befremden, widersprechen sie doch einer Grundregel für die Formulierung mesomerer Grenzstrukturen, wie sie in Lehrbüchern der Organischen Chemie zu finden ist. Denn polare Strukturen gelten als weniger stabil als solche mit formaler Ladungstrennung. In den Originalarbeiten aus der Anfangszeit der mesomeren Betaine wurde die Formulierung von negativen und posi-

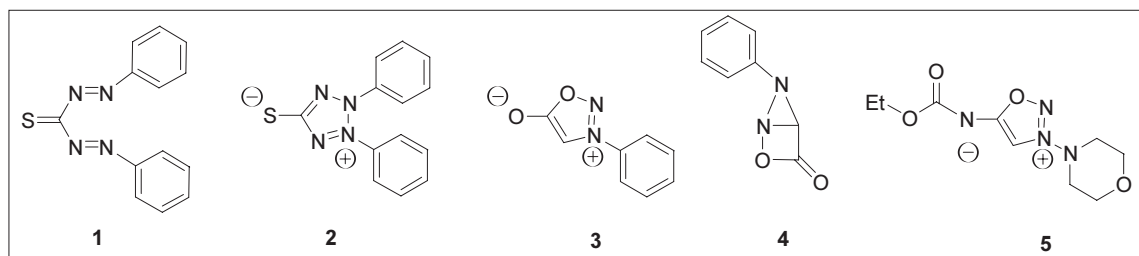


Bild 1: Die ersten synthetischen mesomeren Betaine und zwei historische Strukturvorschläge

Was war Ursache für die Verwirnis um die korrekte Struktur all dieser Verbindungen? Charakteristikum der Substanzklasse der mesomeren Betaine ist, dass sie durch dipolare Formeln beschrieben werden müssen; sie sind also – rein formal – **zugleich** positiv **und** negativ geladen, ohne dass sich die Ladungen innerhalb desselben

tiven Ladungen in ein und denselben Molekülen dementsprechend lange Zeit vermieden. Dies demonstriert sowohl die historische Kurzschreibweise (links) als auch die *CLAUS*'sche Diagonalformel (Mitte) des ersten sechsgliedrigen mesomeren Betains **6** (**Bild 2**). In beiden Formeln finden sich seltsame Verbindungslinien des ►

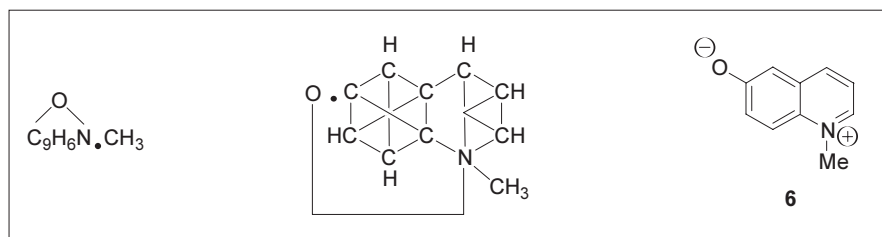


Bild 2: Historische Schreibweisen des Chinoliniumolats 6

negativ geladenen Sauerstoffatoms (Olatgruppe) mit dem quartären, also positiv geladenen Stickstoffatom (CLAUS, HOWITZ 1891, 1897). Hiermit versuchten die Autoren den scheinbaren Mangel der chemischen Formelschreibweise zu umgehen; diese Verbindungslinie kann schon aus geometrischen Gründen freilich keine chemische Bindung symbolisieren und erscheint heute – da wir um die Ladungen wissen – falsch.

Auch die Chemie der mesomeren Betaine erschien zunächst wenig verständlich: Während manche Strukturen als Aromaten sehr stabil sind, erwiesen sich andere als gar nicht erst isolierbar. Manche mesomere Betaine sind wertvolle Synthesebausteine in 1,3-dipolaren Cycloadditionen, während andere 1,4-dipolare Cycloadditionen eingehen. Dementsprechend verwirrend entwickelte sich die Nomenklatur dieser Verbindungsklasse, die um Akronyme wie *Mesoion*, *Paraion*, *Ylid*, *mesoionischer 4 π -Heterocyclus*, *mesoionischer Malonyl-Heterocyclus*, *inneres Salz*, *Anhydro-Verbindung*, *partiell Mesoion* sowie die Symbole ψ und \pm erweitert worden war.

KATRITZKY, zweifellos einer der bedeutendsten Chemiker auf dem Gebiet der Heterocycluschemie und im Sommer 2002 zu Gast an der TU Clausthal, bemängelte bereits 1955 als Student in einer Publikation die babylonische Begriffsvielfalt und die uneinheitliche Formelschreibweise und setzte sich für die heute allgemein akzeptierte Bezeichnung „mesomeres Betain“ als Oberbegriff für die gesamte Verbindungsklasse ein. Dies war nach eigenen Worten ein diplomatischer Fehler erster Ordnung, kritisierte er doch damit die Arbeiten von OLLIS, der ebenso wissenschaftlich angesehen wie einflussreich war.

OLLIS war es dann, der 1985 zusammen mit RAMSDEN und STANFORTH eine umfassende Klassifizierung vorstellte. Die Autoren wandten ein Ordnungsprinzip auf Strukturen und theoretisch vorhersagbare Verbindungen an, die in über 400 Publikationen beschrieben worden waren. Demnach können alle mesomeren Betaine in vier Hauptklassen und 16 Unterklassen eingeteilt werden. Man unterscheidet seitdem konjugierte, kreuzkonjugierte, pseudokreuzkonjugierte mesomere Betaine sowie heterocyclische konjugierte *N*-Ylide als eigenständige Verbindungsklassen. Hauptunterschied ist, wie bereits angedeutet, dass sich die Ladungen in konjugierten mesomeren Betainen gegenseitig formal „durchdringen“, ohne sich zu neutralisieren, während in kreuzkonjugierten Systemen die Ladungen strikt getrennt sind und sich in separaten Molekülteilen aufhalten. Das Phänomen der Pseudokreuzkonjugation, das quasi ein Hybrid zwischen Konjugation und Kreuzkonjugation darstellt, ist bis heute kaum verstanden. Vor allem fehlen bislang Untersuchungen, die das Phänomen der Pseudokreuzkonjugation chemisch verifizieren. Die vorgeschlagene Klassifizierung, die auf drei theoretischen Fundamenten steht, ist jedenfalls die Grundlage für das tiefere Verständnis der Chemie dieser Verbindungsklasse geworden und zugleich

Herausforderung zu weitergehenden Untersuchungen. Sogenannte Isokonjugationsbeziehungen führen zur Definition der 16 unterschiedlichen Klassen (s. Stammbaum, Bild 3), die bis heute drastische Populationsunterschiede zeigen: Während beispielsweise mesomere Betaine aus der Klasse 1 über hundert bekannte Strukturen umfassen, sind andere Klassen durch weniger als zehn bekannte Strukturen repräsentiert. Die Klassen 10 und 15 sind bislang unbekannt, ihre Existenz lässt sich aber nach der schlüssigen Theorie von OLLIS, STANFORTH und RAMSDEN sicher vorhersagen. Generell sind im Stammbaum von links nach rechts die heute zur Verfügung stehenden Informationen stark abnehmend, so dass bis heute Handlungsbedarf herrscht. Die Beschäftigung mit mesomeren Betainen, die in der Natur eine Rolle spielen, ist hierbei sicherlich nur ein kleiner Teilaspekt. Über diesen soll an dieser Stelle berichtet werden.

natürliche, meist stickstoffhaltige Verbindungen, die biologisch aktiv sind und oft in Pflanzen, aber auch in Meeresorganismen und Insekten, sehr selten sogar in Reptilien und Säugetieren vorkommen. Oft dienen Alkaloide der Verteidigung der Pflanzen oder Meeresorganismen. Viele Alkaloide haben den biologischen Zweck, schlecht zu schmecken, den Fraßfeind schlimmstenfalls zu töten oder zumindest eine beträchtliche Übelkeit hervorzurufen. Letztere Methode zielt auf die Lernfähigkeit des Fraßfeindes, der nach einmaligem Genuss rasch lernen soll, die entsprechende Pflanze nie wieder zu probieren (Sekundärmetaboliten). Manche Pflanzen nutzen Alkaloide, um den Boden so zu kontaminieren, dass nur sie selbst dort lebensfähig sind. Seltener sind Alkaloide für die unmittelbare biochemische Aufrechterhaltung der Lebensfunktionen verantwortlich (Primärmetaboliten). Die Wissenschaft beginnt aber gerade erst, das komplizierte

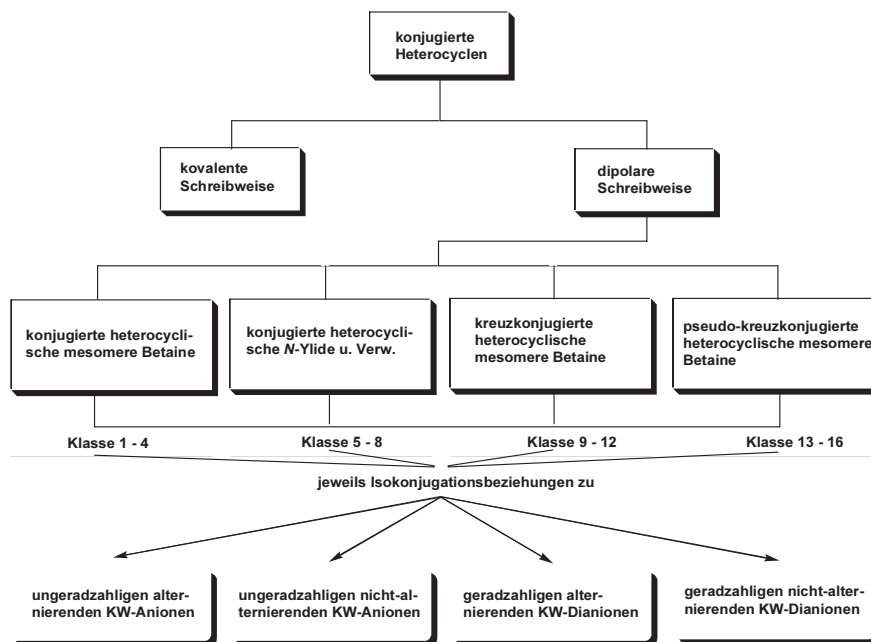


Bild 3: Stammbaum der heterocyclischen mesomeren Betaine

Mesomere Betaine in der Natur

Alkaloide

Einer Äußerung von RAMSDEN zufolge wurde der Verbindungsklasse der mesomeren Betaine eine ganz besondere Aufmerksamkeit zuteil, als sie in die „Aristokratie der chemischen Verbindungen, d.h. in die Klasse der Naturstoffe“, aufgenommen wurde. Dass mesomere Betaine in der Natur existierten, war zunächst eine Überraschung. Dabei sind gerade die pseudokreuzkonjugierten Systeme, über die man sehr wenig weiß, in der Natur recht weit verbreitet. Alkaloide nennt man

Zusammenspiel der „chemischen Sprachen“ zwischen verschiedenen Pflanzen, zwischen Pflanzen und Insekten, oder zwischen verschiedenen Insekten zu verstehen, und dies ist maßgeblich auf die immer besser werdenden Analysemethoden der organischen Chemie zurückzuführen. Das folgende Schema stellt eine kleine Auswahl an mesomeren Alkaloid-Betainen vor, die offenbar wichtige biologische Rollen erfüllen. Vor kurzem wurden beispielsweise Norzooanemin **7** (Bild 4) und Trigollenin **8** aus dem heute im Great Barrier Reef Australiens beheimateten corallinen Schwamm *Astrosclera willeyana* isoliert, der nach neueren Erkenntnissen ein Alter von bis zu 600 Jahren erreichen kann (WÖR- ▶

HEIDE, REITNER 1997). Er gilt als „lebendes Fossil“, da er nachweislich seit dem Paläozoikum existiert (REITNER 2003). Das kreuzkonjugierte mesomere Betain Trigollenin **8**, ein strukturell sehr einfaches Nicotinsäure-Derivat, findet sich darüber hinaus in einer großen Anzahl von Pflanzen. Seinen Namen hat es von *Trigonella foenum graecum* (Bockshornklee), in dessen nichtflüchtigen Komponenten es sich in einer Konzentration von 0,4% befindet. Trigollenin wurde bereits 1885 isoliert, und zu seiner biologischen Funktion gibt es seitdem eine ganze Fülle von Untersuchungen. Sein Verwandter, das pseudokreuzkonjugierte mesomere Betain Homarin **9**, findet sich vor allem in marinen Organismen wie Hummern (*Homarus vulgaris*; daher der Name), Muscheln wie auch Miesmuscheln (*Mytilus edulis*) und Austern (*Ostrea edulis*), Seeanemonen („dead men's fingers“; *Alcyonium digitatum*), Seescheiden, Seeigeln und anderen. So ist es beispielsweise das Verteidigungsalkaloid der antarktischen Meeresschnecke *Marseniopsis mollis*, die auch durch ihre zitronengelbe Farbe vor sich warnt. Eine Ausnahme ist seine Isolation aus Extrakten der auch im Harz zu findenden schwarzen Wegschnecke (*Arion empiricorum*). Diese Anhäufung pseudokreuzkonjugierter mesomerer Betaine in Meeresorganismen, also bei nahezu gleichbleibend niedrigen Umgebungstemperaturen, lässt einen Zusammenhang insbesondere mit der thermischen Instabilität solcher Systeme im Vergleich zu kreuzkonjugierten Betainen vermuten.

Kürzlich wurde gefunden, dass das Glühwürmchen *Photuris versicolor* das betainische Alkaloid **10** als Verteidigungsalkaloid benutzt (GONZALES 1999). Ein ganzer Cocktail an verschiedenen Verbindungen macht das Glühwürmchen für Feinde ungenießbar, wobei nur das mesomere Betain **10** von *Photuris* selbst biosynthetisiert wird. Die anderen Substanzen des Cocktails stammen von anderen Glühwürmchen-Arten (*Photinus* sp.), deren Substanzen offenbar weniger effektiv sind: Insbesondere die *Photuris*-Weibchen locken die Männchen der anderen Spezies an, um sie sogleich zu verspeisen, die fremden Verteidigungssubstanzen aufzunehmen und gleich an ihre Eier abzugeben, um auch diese zu schützen.

Als Beispiel für pharmakologisch interessante Betaine sei hier das Ungerimin **11** erwähnt, das aus asiatischen Giftililien (*Crinum* sp.) gewonnen wurde und gegen Eierstock- und Magenkrebs wirkt. Das Alkaloid Fenfangjin H **12** stammt dagegen aus den Wurzeln der traditionellen chinesischen Heilpflanze Fen-fang-ji (*Stephania tetrandra*), die gegen Entzündungen und Allergien eingesetzt werden. Pyridinolin **13** wird als Säu-

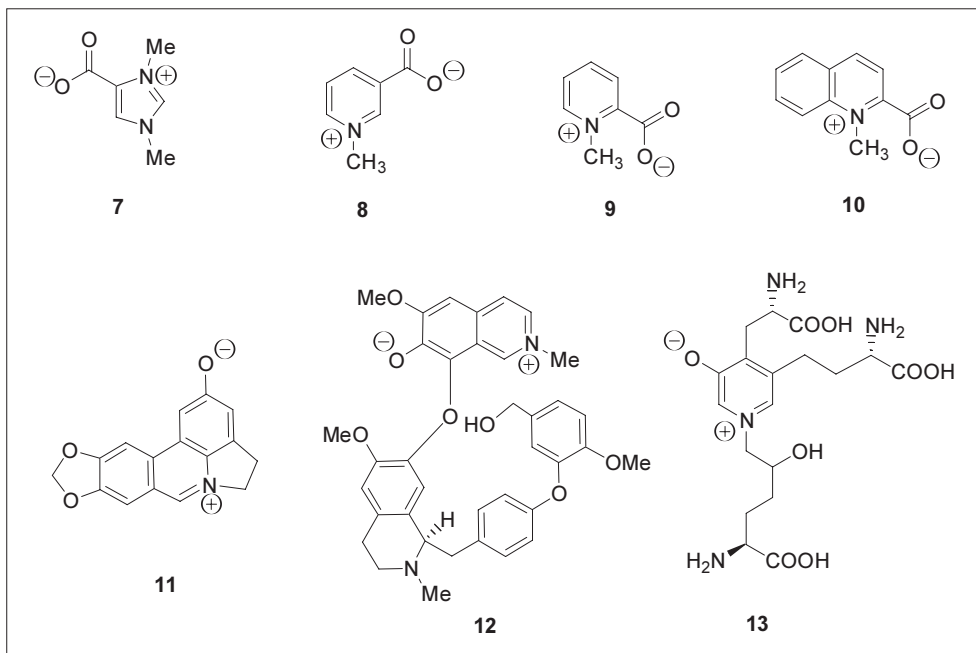


Bild 4: Auswahl mesomerer Betaine aus der Natur



Blüte der asiatischen Giftililie (*Crinum asiaticum*), aus der das biologisch aktive Alkaloid Ungerimin **11** isolierbar ist (rechts).



getier-Alkaloid bezeichnet. Es findet sich als verknüpfender Baustein auch in menschlichem Kollagen und kann aus Knochen isoliert werden. Es spielt als biochemischer Marker bei Erkrankungen wie Osteoporose und Knochenkrebs eine bedeutende Rolle in der Diagnostik. Verbindung

Aus dem am Mittelmeer bis China beheimateten Bockshornklee (*Trigonella foenum graecum*) wurde schon 1885 das mesomere Betain Trigollenin **8** isoliert (links).



Schwarzkümmel (*Nigella arvensis*) aus Südeuropa und Nordafrika enthält das betainische Alkaloid Nigellidin **14** (links).

13 ist dabei nicht das einzige mesomere Betain, das auch in den biochemischen Abläufen des Menschen wichtig ist (s. u.). Zwei Übersichtsartikel zu der überraschend großen Vielfalt betainischer Systeme in der Natur und ihrer Chemie befinden sich im Druck (SCHMIDT 2003). ▶

Das Alkaloid Nigellicin **14** (Bild 5) wurde aus Schwarzkümmelsamen (*Nigella sativa*) isoliert (ATTA-UR-RAHMAN 1985), die vielseitig als Heilmittel und unter dem Namen „schwarzer Koriander“ auch als Gewürz beispielsweise für Pita-Brot verwendet werden. Nigellicin ist strukturell aus gleich zwei Gründen interessant: Erstens ist es ein pseudokreuzkonjugiertes mesomeres Betain der sehr seltenen Klasse 16, deren Existenz 1985 durch OLLIS, STANFORTH und RAMSDEN vorhergesagt wurde. Zum zweiten ist es ein Derivat des Indazols, das bisher nur sehr selten in der Natur identifiziert wurde. Über Synthesen und Eigenschaften des elektronisch relevanten Bauelements dieses Alkaloids, dem substituierten Pyrazolium-3-carboxylat **16**, berichteten wir unlängst (HABECK 2003).

Die Synthese ist in Bild 6 für Interessierte grob skizziert; sie findet sich mittlerweile im *The Journal of Organic Chemistry* publiziert. Wir waren erstaunt, dass die Zielmoleküle selbst in Gegenwart von Schwefelsäure als Betaine, d.h. mit einer negativ geladenen Carboxylat- (COO^-) anstelle einer Carbonsäurefunktion (COOH), anfallen.

Löst man diese mesomeren Betaine auf, so spalten sie je nach Lösungsmittel bereits bei 50°C Kohlendioxid ab. Hierbei bilden sich sogenannte Ylide, die ähnlich vom Vitamin B₁ bekannt sind und die somit erst die biologische Funktion dieses Vitamins ermöglichen. Die negative Ladung dieser hochreaktiven Ylide ist nicht wie in mesomeren Betainen innerhalb des π -Systems delokalisiert, sondern befindet sich in einem zum Heteroaromaten abgewinkelten Orbital. Durch Abfangreaktionen, die zu **21**, **22** und **23** führen, kann man diese kurzlebigen Spezies nachweisen (Bild 7). Während die Bildung von **21** und **22** zu erwarten gewesen war, ist die Reaktion zu **23** mit wässrigem Aceton sicherlich eine Überraschung. Ein aus den Blättern des Granatapfelbaums (*Punica granatum*) isoliertes Alkaloid ist trotz seiner einfachen Struktur für Naturstoffchemiker sehr außergewöhnlich. Es ist einigen Stoffen verwandt, die bei der Photosynthese eine essentielle Rolle spielen. Dieses Alkaloid wird von seinen Entdeckern als Kation **24** beschrieben (NAWWAR 1994). Es fiel uns auf, dass die Bildung einer negativen Ladung durch H^+ -Abspaltung an der 2'-Hydroxygruppe ein konjugiertes mesomeres Betain **25** ergibt, während Deprotonierung der

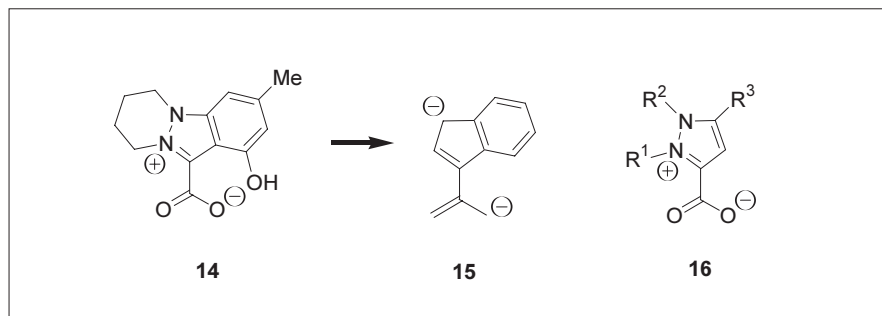


Bild 5: Das Alkaloid Nigellicin **14**, sein Isokonjugates **15** und sein Bauelement **16**

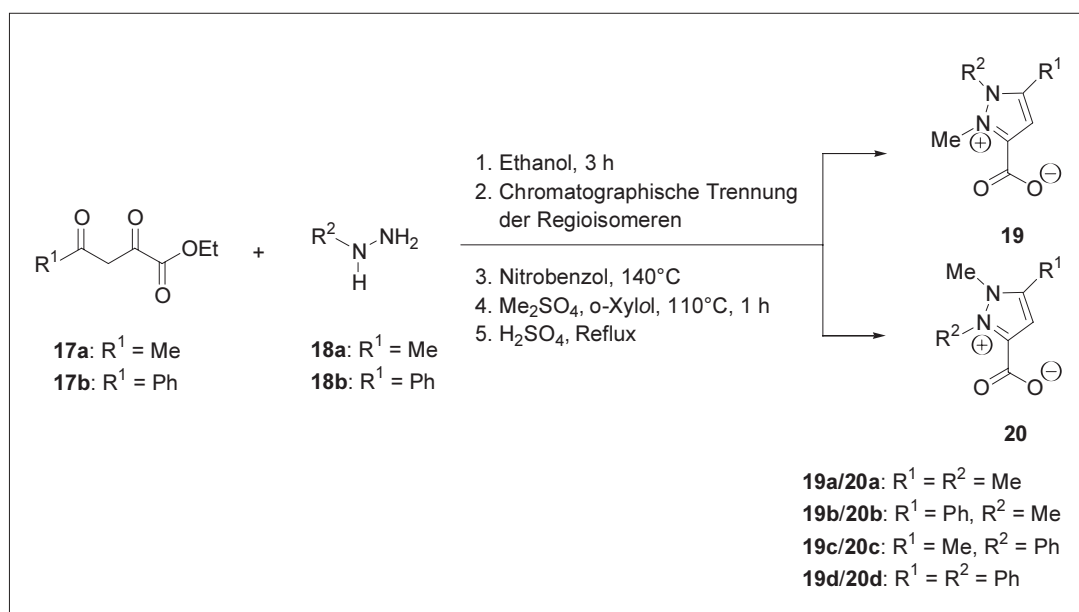


Bild 6: Synthese der elektronisch relevanten Bauelemente des Alkaloids Nigellicin aus Schwarzkümmelsamen (*Nigella sativa*)

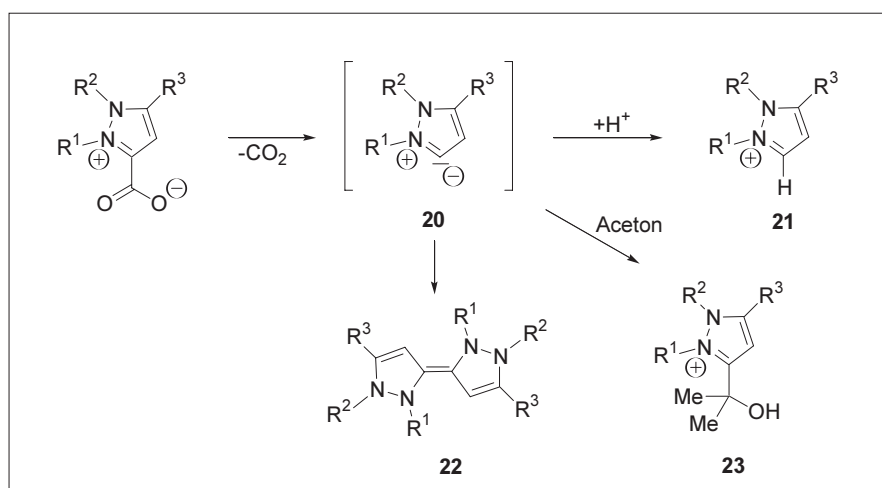


Bild 7: Hochreaktive Ylide aus Pyrazolium-carboxylaten

5'-Gruppe hingegen zu einem kreuzkonjugierten System **26** führt (Bild 8). Solche „schaltbaren“ Systeme gibt es nur sehr selten: Die Position eines einzigen Protons ist also verantwortlich dafür, ob sich die Ladung unter Ausbildung eines stark dipolaren Moleküls „trennt“ oder ob sie sich „durchmischt“. Die Natur kann also das Dipolmoment und noch eine ganze Reihe anderer Eigenschaften auf diese einfache Weise modulieren. Wir fanden in der Tat, dass in Wasser ein Betain vorliegt, das (in DMSO- d_6) zunächst die kreuzkonjugierte Form ausbildet. Weitere Deprotonierung führt zu einem Gleichgewicht aus Konjugation und Kreuzkonjugation und schließlich zu einem isolierbaren anionischen Tripol **27**, in dem zwei negative und eine positive Ladung in Konjugation stehen und das wir daher als *mesomeres Betainat* bezeichnen. Bei pH-Werten über 13 erfolgt eine sog. pericyclische Ringöffnung des Pyridiniumringes zu **28**; alle Schritte sind reversibel (MORDHORST 2003). Hierbei ist ein Farbenspiel von fast schwarz (**28**) über braun (**27**), rot, orange (**26/25**) nach hellgelb (**24**) und zurück zu beobachten. Nicht nur innerhalb dieses Moleküls gibt es interessante Wechselwirkungen. Einzelne Moleküle stapeln sich übereinander (vertikale oder π -Wechselwirkungen) oder ordnen sich nebeneinander an (horizontale Wechselwirkungen, Wasserstoffbrückenbindungen). Die biologische Funktion dieses Stoffes aus Granatapfelblättern kennt man noch nicht. Die vielseitigen Eigenschaften dieses mesomeren Betains tragen vielleicht einmal zur Klärung dieser Frage bei.

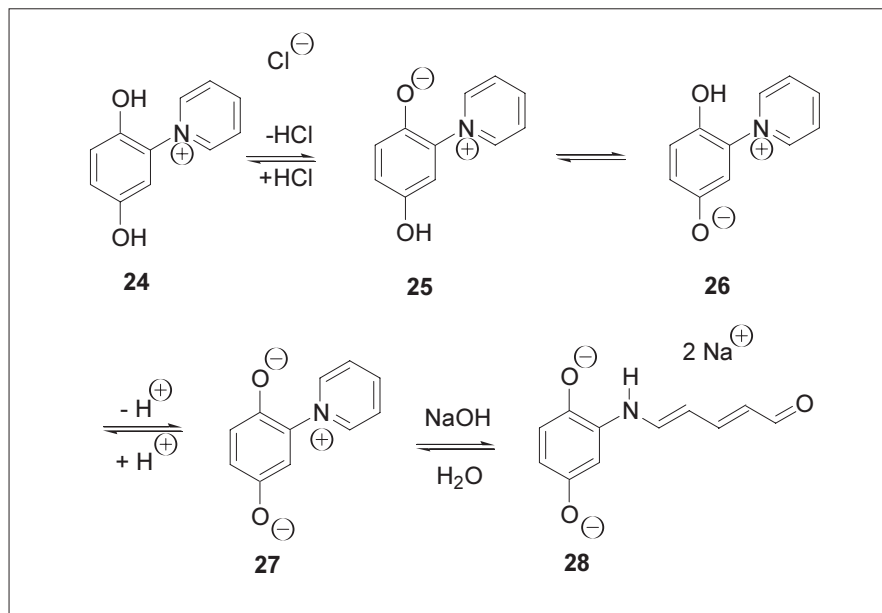


Bild 8: Spiel der Ladungen in einem Alkaloid aus dem Granatapfelbaum

Nucleobasen

Die Speicherung unserer Erbinformation in den Nucleinsäuren (DNS) beruht auf der außerordentlichen Treue der in ihr enthaltenen vier Nucleobasen Adenin, Cytosin, Guanin und Thymin. Adenin und Thymin bilden stets ein Paar, und Guanin und Cytosin ebenso. Die gleich-

mäßige Geometrie eines DNS-Doppelstranges, die zwei ineinander gewundenen Wendeltreppen gleicht und deren Strukturaufklärung WATSON und CRICK vor exakt 50 Jahren gelang, beruht auf diesen sehr zuverlässigen Paarungseigenschaften. Da die biochemischen Abläufe in unseren 60 Billionen Zellen (Mensch, 75 kg) – wie beispielsweise bei der Zellteilung – reibungslos funktionieren müssen, damit ein Organismus lebensfähig bleibt, werden fehlerhafte, z.B. durch UV-Licht beschädigte Nucleobasen oder falsche Basenpaarungen durch spezielle Enzyme unverzüglich korrigiert. Geschieht dies nicht, so können Krankheiten wie Krebs die Folge sein. In unseren Zellen werden Spezialaufgaben von chemisch speziell modifizierten Nucleobasen erfüllt. Um andere Architekturen von Nucleinsäuren wie beispielsweise die Kleeblattform der *transfer*-RNS zu erzeugen, benutzt die Natur u.a. mesomere Betaine. Sie besitzen veränderte Basenpaarungs- und Stapel-Eigenschaften im Vergleich zu den „klassischen“ Nucleobasen der DNS. Das 7-Methylguanidin ist ein solches mesomeres Betain. Es findet sich auch an der Spitze („5'-Kappe“) einer weiteren Spezialform unserer Erbsubstanzen, der *messenger*-RNS **29** (Bild 9). Von ihr wird die Erbinformation in den sogenannten Ribosomen unserer Zellen abgelesen und in Proteine „übersetzt“. Das mesomere Betain lenkt das gesamte Molekül **29** an die richtige Posi- ►

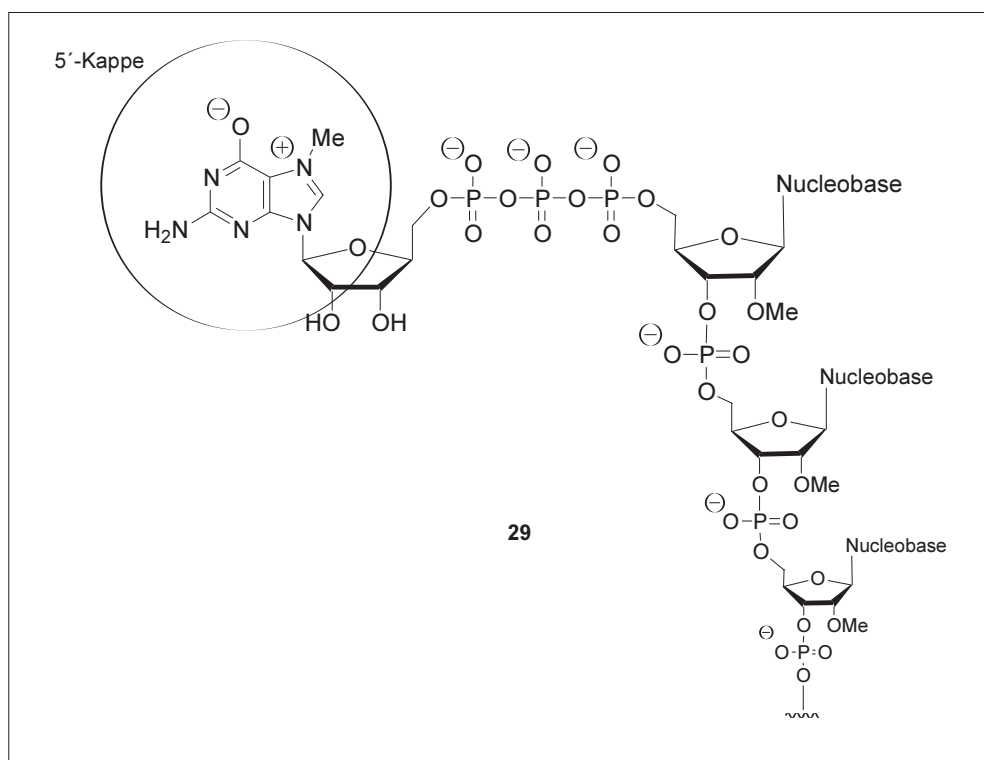


Bild 9: Biologische Funktionen betainischer Nucleobasen: 5'-terminale Kappe 29 eucaryotischer m-RNS

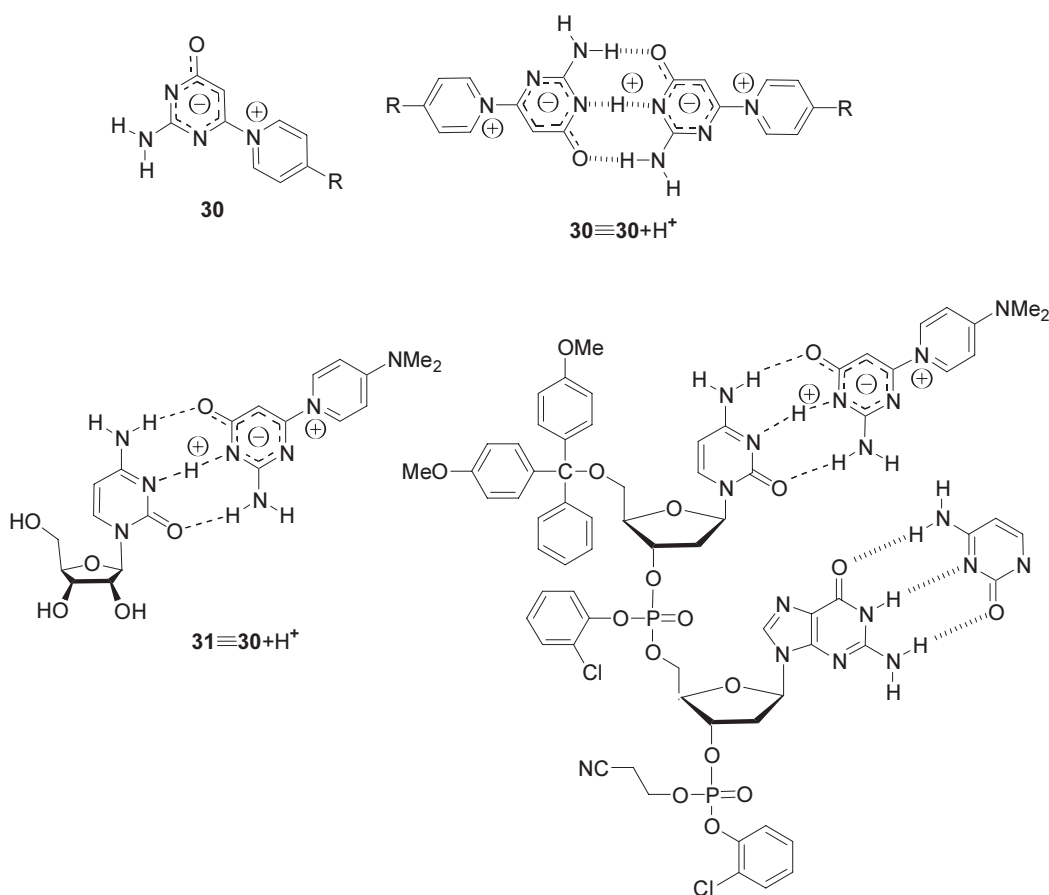


Bild 10: Basenpaarungen an Cytidin und einer DNS-Modellverbindung

tion des Ribosoms, wo dann das Ablesen der Informationen beginnt.

Was passiert, wenn man den Konjugationstyp der natürlichen Nucleobasen-Betaine verändert? In den künstlichen Betainen **30** ist die *WATSON-CRICK*-Erkennungsoberfläche zu den natürlichen Materialien identisch, aber der Konjugationstyp ist ein anderer. Die Moleküle **30** haben nun die Fähigkeit, sich selbst zu erkennen, wobei sie Paare wie $30 \equiv 30 + H^+$ bilden. Bei Untersuchung des Basenpaarungsverhaltens zeigte sich, dass sich die molekularen Erkennungseigenschaften der kreuzkonjugierten Modellverbindungen **30** im Vergleich zu den natürlich vorkommenden konjugierten Systemen stark verändert. So sind im Unterschied zu der natürlichen Verbindung Basenpaarungen zu Cytosin, nicht jedoch zu Guanin nachweisbar. Der Nachweis gelang auch an einer geschützten DNS-Modellverbindung, die mit ihrer C-G-Basensequenz mit dem mesomeren Betain und einem Molekül Cytosin doppelt belegt werden konnte (Bild 10, rechts unten; SCHMIDT 2002). Es war also zu erwarten, dass diese neuen mesomeren Betaine biologisch aktiv sind und möglicherweise in die biochemischen

Vorgänge der Zellteilung und der Vererbung eingreifen; in der Tat beweist in ersten Tests des *National Cancer Instituts* (USA) eine dieser Verbindungen *in vitro* Wirksamkeit gegen Brustkrebszellen von Frauen.

Fazit und Ausblick

Heterocyclische mesomere Betaine haben sich in den letzten Jahrzehnten von Laboratoriumskuriositäten zu Molekülen etabliert, die nicht nur in der organischen Synthese als Ausgangsmaterialien oder Intermediate eine beträchtliche Bedeutung erlangt haben, sondern deren u.a. auf filigrane Modulationen von Ladungsdichten zurückzuführende biologische Funktionen sich insbesondere in den letzten Jahren stark erhellt hat. Trotzdem bleiben viele Aspekte dieser Verbindungsklasse – nicht nur durch die Brille des Naturstoffchemikers – im Dunklen, viele plausible Strukturen bisher unentdeckt und fordern weitere Arbeiten heraus. „Denn was ist, sind eben jene (Elemente); indem sie durch einander hindurch gehen, werden sie aber anders im Aussehen: so großen Unterschied bewirkt Mischung im Wechsel.“ (EMPEDOKLES)

Anm. d. Red.: Eine Literaturliste kann von den Autoren angefordert werden.

Die Bilder wurden freundlicherweise von Gernot Katzer (*Trigonella foenum graecum*; Universität Graz, <http://www-ang.kfunigraz.ac.at>), von Prof. Jim Manhart (*Crinum asiaticum*, Department of Biology, Texas A&M University) und von Walter Fürer (*Nigella sativa*; <http://www.sanat.ch>) zur Verfügung gestellt.

Priv.-Doz. Dr. rer. nat. habil. Andreas Schmidt
Dipl.-Chem. Tobias Habeck
Cand. Chem. Thorsten Mordhorst
Institut für Organische Chemie
Leibnizstraße 6
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 05323/72-3861
Fax: 05323/72-2834
E-Mail: schmidt@ioc.tu-clausthal.de

Bauteilkonstruktion mit kombinierten Werkstoffen

MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN AM BEISPIEL VERFAHRENSTECHNISCHER MASCHINEN

Von Torsten Grünendick

Einleitung: Werkstoffwahl als Aufgabe des Konstrukteurs

Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Forschungsausschreibungen erwecken den Eindruck, als ob die Entwicklung neuer Werkstoffe Hauptausgangspunkt für die Entwicklung marktgerechter Produkte sei. Für einen Produktentwickler ist dies nur schwer nachvollziehbar; denn nach allen gängigen Vorstellungen ist die Idee, die Entsprechung der Anforderung durch ein Lösungsprinzip, die treibende Kraft der Entwicklung neuer und innovativer Produkte. Die Wahl eines neuen Werkstoffs bedeutet eigentlich nur, dass die bekannten Werkstoffe – also die, die in ihren Eigenschaften wie in ihrem Fertigungsverhalten bekannt und im Stücklistensystem des Unternehmens enthalten sind – Forderungen an die neue Konstruktionsidee nicht erfüllen.

These 1: Die Wahl des Werkstoffs stellt aus der Sicht des Konstrukteurs eine Restriktion dar, die mit dem eigentlichen schöpferischen Prozess der Produktentwicklung nichts zu tun hat.

Grundlage der Produktentwicklung ist immer eine Reihe von Anforderungen, die aus einer Vielfalt von Bereichen stammen und oft weit die gewünschte Hauptfunktion übersteigen. Demgegenüber hat jeder Werkstoff eine Unmenge von Eigenschaften, die mit dem Anforderungsprofil an das Produkt abgeglichen werden müssen. Somit besteht nur eine geringe Chance für eine gute Übereinstimmung von Produktanforderungen und Werkstoffeigenschaften. Hieraus folgt:

These 2: Die Wahl eines Werkstoffs stellt immer einen Kompromiss dar, in dem spezifische Merkmale eines Werkstoffs die vom Produkt geforderten Eigenschaften begünstigen, andere Merkmale aber den Anforderungen nicht gerecht werden.

Hieraus ist zunächst zu schließen, dass es den idealen Werkstoff nicht gibt – auch nicht für eine speziell ausgewählte Konstruktionsaufgabe. Hieraus ist aber auch ableitbar, dass man mit Hilfe von Werkstofftechnologien bestimmte Eigenschaften forcieren kann (z.B. bei Legierungen) oder dass man mit der konstruktiven Kombination von Bauteilen aus Werkstoffen mit unterschiedlichen Eigenschaften den Kompromiss etwas in Richtung der gewünschten Produkteigenschaften verschieben kann.

zen oder der Entwicklung von faserverstärkten Tragstrukturen. Wesentlich dabei ist, dass dem Konstrukteur die Aufgabe zukommt, mit Hilfe der Werkstoff- und der Fertigungstechnik die Eigenschaften zu „konstruieren“, um der Erfüllung der Anforderung durch Integration der Werkstoff- und Herstellungstechnik in die Gestaltung der Bauteile zu genügen (**Bild 1**). Wenn wir von „marktgerechten“ Produkten sprechen, ist damit immer auch eine wirtschaftliche Herstellung gemeint. Die Wirt-

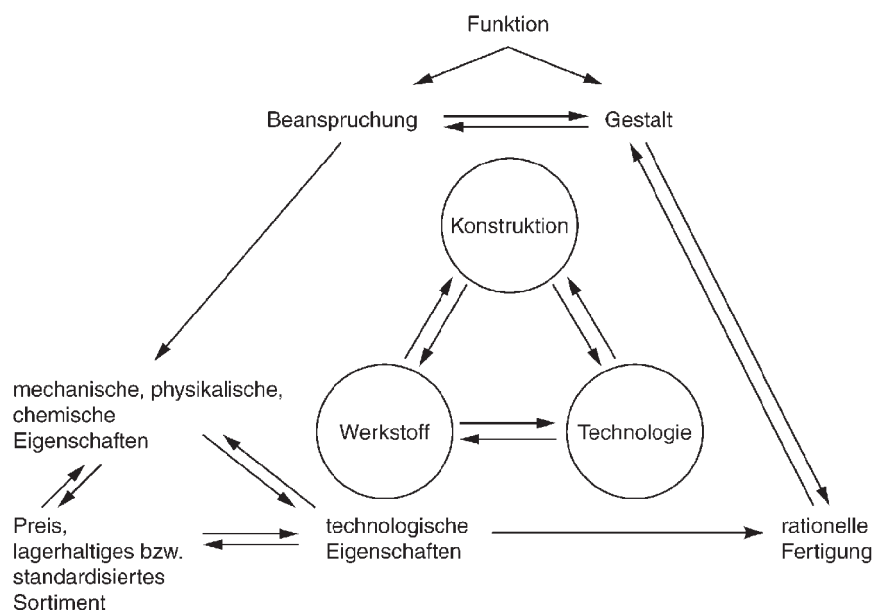


Bild 1: Werkstoffauswahl unter dem Aspekt der Interaktion von Konstruktion, Technologie und Werkstoff (GROBE 2000)

These 3: Durch die Kombination von Werkstoffen bei der Gestaltung eines Produktes besteht die Chance der Anforderungserfüllung für dieses Produkt eher als durch die Verwendung eines einzelnen Werkstoffs.

Hiervon leben seit Generationen schon Konstrukteure bei der Gestaltung von Oberflächenstruktur, Verschleißsätt-

schafflichkeit – und damit ist oft die Menge in die Produktion fließenden Materials verbunden – stellt einen eigenen Regelkreis dar, der die klassischen Kategorien „Konstruktion“, „Werkstoff“ und „Technologie“ empfindlich beeinflussen kann. Mit diesem Problem haben eine Reihe von Forschungsergebnissen zu kämpfen, die in den vergangenen Jahren in Materialforschungsprogrammen erzielt wurden. Es sei daher die letzte These genannt: ▶

These 4: Der wirtschaftliche Erfolg der Anwendung neuer Werkstoffe zur Erzielung bestimmter Bauteileigenschaften ist abhängig von einer preisgünstigen Werkstoffherstellung, Bearbeitung und Montage der zu entwickelnden Bauteile.

Die Wahl der Werkstoffe oder ihrer Kombinationen im Produktentwicklungsprozess nach VDI 2221 (1993) erfolgt meist erst in den letzten Phasen „Gestalten der maßgebenden Module“ und „Gestalten des gesamten Produkts“. Diese späte Auswahl ist im Wesentlichen bedingt durch die bis zu diesem Zeitpunkt nur sehr unpräzise Formulierung von Abmessungen, Belastungen oder weiteren Randbedingungen der Konstruktion. Nur in sehr seltenen Fällen ist durch die Anforderungsliste eine Vorauswahl von Werkstoffen gegeben; meist beschränkt sich dies auf sehr spezielle chemische („beständig gegen ...“) oder physikalische Eigenschaften wie Betriebstemperatur, Gewichtsrestriktionen usw. Eine effektive Wahl und eine Optimierung bedürfen daher oftmals einer „Schleifenbildung“ im Konstruktionsprozess, um eine schrittweise Verbesserung der Informationen während des Konstruktionsvorgangs sicherzustellen.

An einigen Beispielen soll aufgezeigt werden, wie durch die gezielte Anwendung von Bauteilen aus kombinierten Werkstoffen konstruktive Lösungsmöglichkeiten für spezielle Entwicklungsaufgaben geschaffen werden. Durch Spiegelung dieser Beispiele an den o.a. Thesen soll aber auch deutlich gemacht werden, dass der zur Erfüllung bestimmter Bauteileigenschaften geschlossene Kompromiss Einschränkungen bei anderen Eigenschaften verursacht, die zum Teil die gewählte Lösung in Frage stellen können.

Nutzung der plastischen Verformung zur Tragfähigkeitssteigerung

Die Erzeugung spezieller Eigenschaften setzt nicht immer die Anwendung neuer Werkstoffe voraus, auch die Eigenschaftsveränderung eines einzigen Werkstoffs in Abhängigkeit vom Anwendungsbereich enthält ein großes Potential für das Prinzip der Bauteilstruktur aus der Kombination von Werkstoffeigenschaften.

Die Grenzbeanspruchung von Maschinenteilen wird im Allgemeinen nach dem Kriterium des linear-elastischen Verhaltens von Bauteil und Werkstoff ermittelt; das Werkstoffverhalten bei überelastischer Beanspruchung wird meist als „zusätzliche

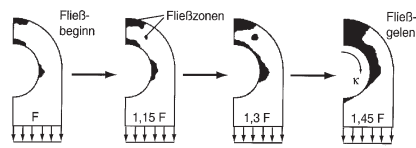


Bild 2: Plastizierungsfolgen einer spielbehafteten Bolzen-Laschen-Verbindung
κ: Kontaktwinkel des Bolzen-Laschen-Kontakts; F: Zuglast (DIETZ 1999)

Sicherheit“ nicht in die Berechnung mit einbezogen. **Bild 2** zeigt am Beispiel einer Bolzen-Laschen-Verbindung, dass der eigentliche Versagensfall „Durchplastizieren“ ein auf 145% gesteigertes Lastüber-

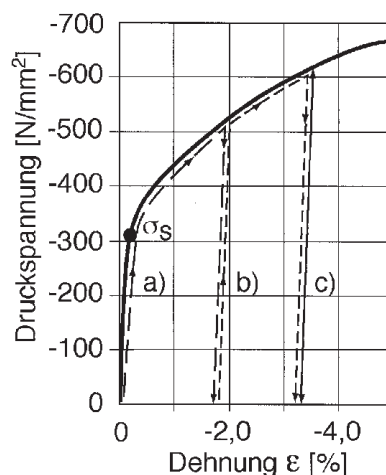


Bild 3: Spannungs-Dehnungsdiagramm des quasistatischen Druckversuchs für den Trommelwerkstoff GGG 40.3
Eingetragen ist der Vorgang des „Einfahrens“ der Trommel infolge erstmaliger Belastung (a) und (b) sowie der dadurch vergrößerte elastische Bereich für die nachfolgenden Belastungen (c).

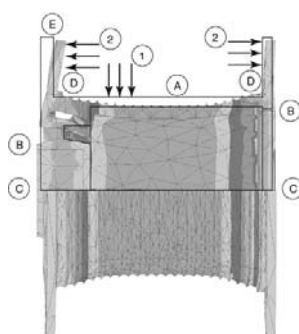


Bild 4: Seiltrommel, Beanspruchungs- und Verformungsverhalten anhand einer FE-Rechnung

Problemzonen:

- A: Trommelmantel;
- B: Lagerbereich infolge Radialverformung und Schiefstellung;
- C: Einbaubegrenzung in axialer Richtung;
- D: Kerbwirkungen im Bereich der Bordscheibenanschlüsse;
- E: Endscheibenverformung bei mehrlagiger Bewicklung

tragungspotential gegenüber der elastischen Rechnung enthält, weil der plastisch verformte Bereich selbst bei Berechnung nach dem idealplastischen Verhalten auf die Steifigkeit dieser Verbindung kaum Einfluss hat. Dies setzt aber Beanspruchungszustände mit hinreichendem „Plastizierungspotential“ im Querschnitt voraus, wie dies im Beispiel durch vorwiegende Biegebeanspruchung gegeben ist (DIETZ 1999, ROTHE 1994).

Ein weiteres Beispiel soll diese Aussage der Leistungssteigerung stützen und zugleich auf eine Verlagerung der kritischen Lastfälle hinweisen: Seiltrommeln erfahren durch die Seilumschnürung eine tangentielle Druckspannung des Trommelmantels als maßgebende Beanspruchung; bei überelastischer Beanspruchung versprechen die Werkstoffangaben eine Verdoppelung der Belastungsfähigkeit (**Bild 3**). In der Praxis werden durch sogenannte „Einfahrversuche“ in den überelastischen Bereich Seiltrommeln vorverformt und damit für höhere Belastungen „trainiert“. Die nachfolgenden betrieblichen Belastungsvorgänge stoßen auf ein linear-elastisches Dehnungsverhalten, bei dem die Streckgrenze durch Verfestigungsvorgänge höher gesetzt wurde. Dieser Trainiervorgang ruft aber irreversible Verformungen hervor; die Betriebsbelastungen stoßen auf eine geometrisch veränderte Form des Bauteils. Die Festigkeitsgrenze des Trommelmantels wird soweit hinaufgeschoben (**Bild 4**, Pos. A), dass die Auslegung der Trommeln heute andere Schadensfälle berücksichtigen muss:

- Schiefstellungen infolge der plastischen Verformungen führen zu Lagerschäden oder verursachen Eingriffsstörungen im Antriebsstrang (**Bild 4**, Pos. B).
- Plastische Axialverformungen der Trommel tragen zu Störungen in der Lagerung bei (**Bild 4**, Pos. C).
- Der Übergang der plastischen zur elastischen Verformung im Bereich der Bordscheibenanschlüsse führt zu Vorspannungen und damit zur Vergrößerung der Kerbwirkung (**Bild 4**, Pos. D).

- Der Bereich der Bordscheiben kann unzulässige Verformungen aufweisen, die den Bauraum überschreiten. Im Fall der Schiefstellung von Bremscheiben wird die Bremsfunktion beeinträchtigt (Bild 4, Pos. E).

Bezüglich der in der Einleitung genannten Thesen besteht sicherlich kein Zweifel, dass allein die Eigenschaftsveränderung eines an sich bekannten Werkstoffes zu der im Vordergrund stehenden Tragfähigkeitssteigerung führt. Während im Fall der Bolzen-Laschen-Verbindung die Tragfähigkeitssteigerung aufgrund des geänderten Werkstoffverhaltens ohne weitere Folgen für die Funktionsfähigkeit vonstatten ging, weist die Seiltrommel dagegen Funktionsmängel auf, die auf das Auftreten plastischer Verformungen zurückzuführen sind und die dadurch die Anwendbarkeit dieser „Werkstoffkombination“ nach neu zu berücksichtigenden Versagenskriterien begrenzen.

Kombination von Faserverbunden und Metall bei der Gestaltung eines Hochgeschwindigkeits-Windsichters

Das folgende Beispiel aus der Konstruktion verfahrenstechnischer Maschinen soll verdeutlichen, wie die verfahrenstechnische Forderung hoher Prozessgeschwindigkeiten zur Bauform eines Rotors führt, der nur durch die Kombination von Bauteilen aus unterschiedlichen Funktionswerkstoffen realisiert werden kann:

Aus der Optimierung eines mechanischen Klassierprozesses mit der Forderung nach einer Trenngrenze von 1 μm Partikeldurchmesser ergab sich die Konstruktion eines Rotors für einen Abweiseradsichter, der an der verfahrenstechnischen Wirkfläche eine Umfangsgeschwindigkeit von mindestens 250 m/s bietet. Die konsequente Anwendung von Leichtbauprinzipien zur Erreichung hoher Umfangsgeschwindigkeiten führt zur Anwendung von Hybridbauweisen unter Verwendung von Faserverbundwerkstoffen (Bild 5), auf die wegen der Interaktion von konstruktiver Gestaltung, Werkstoffauswahl und Fertigungstechnik näher eingegangen werden soll.

Die Lamellen (6) stellen den mechanischen Fall beidseitig eingespannter Träger dar, bei denen die Belastung durch Fliehkraft dominiert – maßgebende Größen sind also die Eigenmasse der Lamellen, die Einspannlänge, die Lamellenhöhe und die Querschnittsgrößen gegenüber Biegung und Verdrehung. Mit Hilfe der anisotropen Steifigkeitsbeziehungen ist eine Optimierung der Struktur durch das Aufeinander-

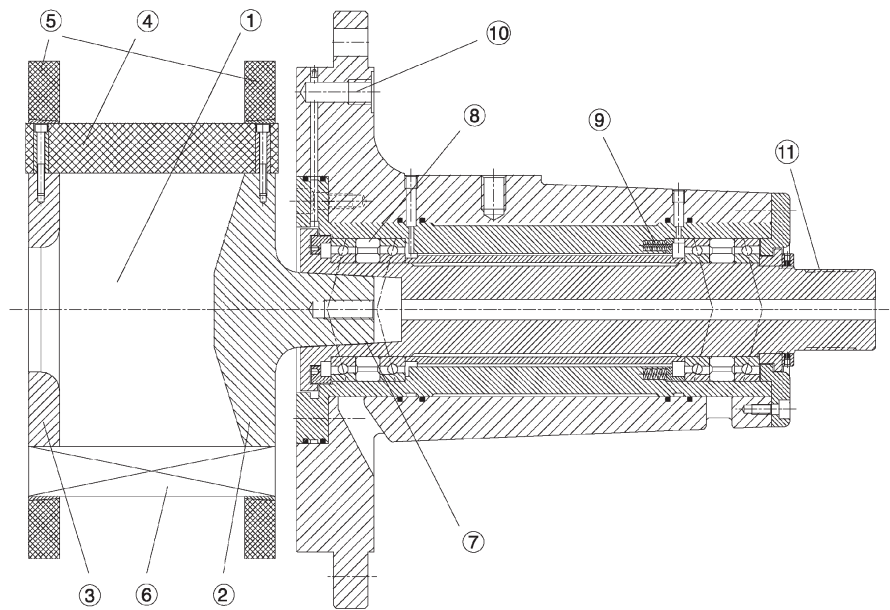


Bild 5: Aufbau eines einseitig gelagerten Abweiseradsichters in Hybridkonstruktion für Umfangsgeschwindigkeiten bis 300 m/s (RÜBELKE 1994, DIETZ 2000)

- 1: Hybridsichter;
- 2: Antriebsscheibe;
- 3: getriebene Scheibe mit Feingutauslass;
- 4: Haltestäbe;
- 5: Faserverbundringe;
- 6: Lamellen

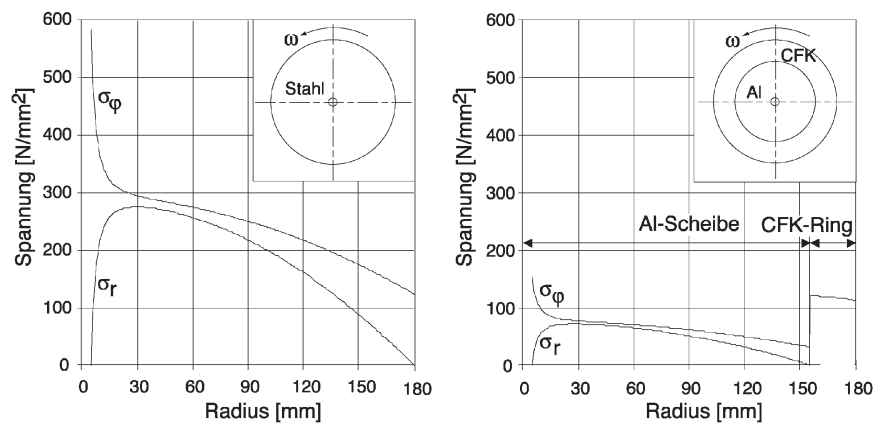


Bild 6: Spannungsverlauf in den Scheiben des Hochgeschwindigkeitswindsichters bei einer Umfangsgeschwindigkeit von 300 m/s

(links: Stahlscheibe; rechts: Aluminiumscheibe mit Faserverbundring) (RÜBELKE 1994)

schichten von unidirektionalen Prepregs unter Ausrichtung der Fasern gemäß den Schnittgrößen der Bauteile möglich – der rechnerische Aufwand zur Optimierung der Faserkombinationen ist jedoch ungeheuerlich.

Nach dem konstruktionsmethodischen Prinzip der Aufgabentrennung wurde im vorliegenden Rotor die Mitnahmefunktion der Lamellen und Haltestäbe durch Metallscheiben (2 und 3) vorgenommen, die Auf-

nahme der Fliehbeanspruchungen geschieht über einen aufgesetzten Ring (5) aus Faserverbundwerkstoff (CFK-HM) mit hohem Elastizitätsmodul und geringem spezifischen Gewicht, der infolge Ausdehnungsbehinderung am äußeren Rand der rotierenden Scheibe die Fliehspannungen in dieser Scheibe verringert. Bild 6 zeigt die enormen Beanspruchungsunterschiede gegenüber einer umlaufenden Stahlscheibe an einem Berechnungsbeispiel. ►

Die gute Trennbarkeit der Forderungen in der Anforderungsliste des Windsichters gestattete im vorliegenden Fall eine Optimierung der Konstruktion durch gezielten Einsatz von Werkstoffeigenschaften in der Zusammenarbeit zwischen Werkstofffachmann und Konstrukteur. Der in der Einleitung angedeutete „Pferdefuß“ dieser Konstruktion bestand in der Neigung des Sichtprozesses zu Turbulenzen in Lamellennähe, die zu Lamellenverschleiß führten. Für eine industriell erfolgreiche Lösung dieser Windsichterkonstruktion ist als weitere unverzichtbare „Werkstoffeigenschaft“ die Entwicklung einer Schutzschicht gegen Abrasivverschleiß der Lamellen notwendig.

Entwicklung keramischer Ventilatoren für die Umwälzung heißer Gase bis 1350 °C

In Hochtemperaturprozessen sollte ein Ventilator entwickelt und erprobt werden, der für Gastemperaturen bis 1350 °C einsetzbar

Struktur entwickelt wurde. Sie sollen aber auch die Unsicherheit demonstrieren, die heute noch bei Konstrukteuren im Umgang mit keramischen Werkstoffen vorherrscht.

Im ersten Schritt wurde ein Versuchsrad aus Stahl konstruiert und gebaut (Bild 7a), in das die einzelnen Keramik-Schaufeln, bestehend aus tortenstückartiger Fußplatte und Schaufelblatt (Bild 7b), eingehängt wurden. Ein solcher modularer Aufbau erschien deshalb besonders günstig, weil das Versagensrisiko beim Einsatz von Einzelschaufeln mit begrenzten Abmessungen deutlich geringer als mit monolithischen Rädern eingeschätzt wurde. Versuche in der erwähnten Ofenanlage zeigten rasch die Grenzen des Konzepts, da unter

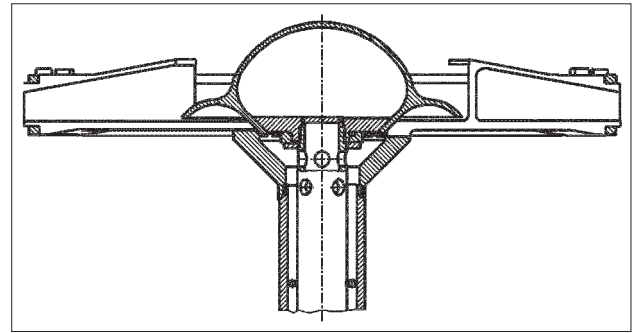


Bild 8: Modulare Lösung des Heißgasventilators mit einzelnen SiSiC-Schaufelelementen (DIETZ 2000, JAKEL 1996)

infolge der geringen Wärmeleitung eine starke Isolierung gegen die Stahlscheibe bewirken. Die daraus resultierenden starken Temperaturgradienten verursachten aber kritische Wärmespannungen. Das Konzept einer gekühlten Stahl-Tragekonstruktion mit einem keramischen Wärmeschutz wurde danach aufgegeben.

Bild 8 zeigt eine weitere modulare Lösung mit einzelnen SiSiC-Schaufelelementen (Fußplatte, Schaufel und Deckscheibenabschnitt), die in zwei SiC-armierte CFC-Ringe (Carbon fibre reinforced carbon) als die Fliehkraftbeanspruchung aufnehmende Elemente eingehängt wurden. Unwuchtprobleme und die geringe Beständigkeit der Schutzschicht für die CFC-Ringe zwangen dazu, auch dieses Konzept nicht weiter zu verfolgen.

Nachdem Strömungsversuche gezeigt hatten, dass mit rein radial verlaufenden Schaufeln konstanter Breite auch bei Verzicht auf Deck- und Rückenscheibe ein befriedigendes Förderverhalten zu erreichen ist, wurde ein sogenanntes „Paddelrad“ (Bild 9) entworfen. Der Verzicht ►

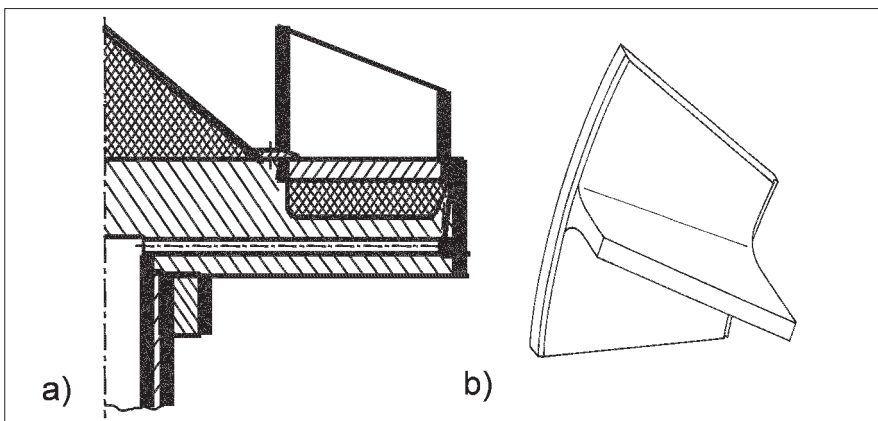


Bild 7: Heißgaslüfter: a) Versuchsaufbau aus Stahlrad und Keramikschaukeln; b) Keramikschaukeln (DIETZ 2000, JAKEL 1996)

ist. Dieses Ziel ist durch einfache Weiterentwicklung der bekannten Stahlventilatoren oder die Verwendung hochtemperaturbeständiger Nickellegierungen nicht zu erreichen. Als Lösung wird eine Konstruktion mit hochtemperaturfester Keramik im Schlickerguss (Silizium-infiltriertes Silizium-Carbid) gesehen, die zu einer Gestaltung ähnlich Graugussteilen führt.

Es wurde eine Reihe von konstruktiven Lösungen erarbeitet, gebaut und in einer Versuchsanlage getestet, die Temperaturen bis zu 1400 °C erlaubt. Die folgenden, am Ablauf der Entwicklung orientierten Darstellungen sollen zeigen, wie in der Zusammenarbeit zwischen Maschinenbaukonstrukteur und ausführendem Unternehmen der Keramikbranche schrittweise eine

anderem die notwendige Temperaturdifferenz zwischen Stahlrückenscheibe und Prozesstemperatur nicht erreichbar war und die hohen Reibwerte der Keramikschaukeln unter Wärmeausdehnung zu Unwuchten führten. Ferner zeigte sich, dass Schaufeln aus reaktionsgebundenem Silizium-Nitrid (RBSN)

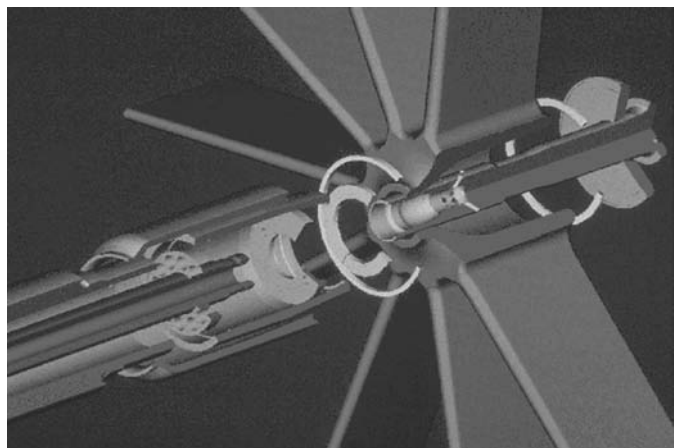


Bild 9: Abschließende Ausführung der Welle-Nabe-Verbindung zwischen Stahlwelle und SiSiC-Lüfter (DIETZ 2000, JAKEL 1996)

auf Deck- und Rückenscheibe bringt eine Steigerung der Temperaturwechselbeständigkeit, da sich die langen schlanken Flügel ungehindert ausdehnen können. Durch Verzicht auf eine Schaufelkrümmung treten nur geringe „Fliehkraftbiegespannungen“ und wegen der geringen Dichte des Fluids keine Biegebeanspruchungen aus den Reaktionskräften auf.

Die Verbindung von Rad und Welle enthält die „Heiß-Kalt“-Problematik und die Forderung nach Zentrierung. Es wurde ein kraftschlüssiges System entwickelt (**Bild 10**), bei dem die gekühlte Hohlwelle (11) als Zuganker benutzt wird, der gegen ein Tellerfederpaket am kalten Ende der Welle die Übertragungsfähigkeit auch bei unterschiedlichen wärmebedingten Dehnungen sicherstellt. Im Heißgasbereich wird als Zuganker ein Zylinder aus ODS (9) verwendet. Das Laufrad (1) wird über die Flächen (2) und (3) ausgerichtet. Diese Kippabstützung bleibt auch bei unterschiedlichen Dehnungen der Stützelemente erhalten, weil die Teile aufeinander gleiten können. Um Verschweißungen zwischen SiSiC-Keramik- und Metallbauteilen durch Diffusion zu verhindern, werden Aluminiumoxid-Ringe eingelegt (4 und 8).

Die Zentrierung erfolgt keramikseitig über den am Zentrierabsatz des Rades angeschliffenen Absatz (7) mit kleinem Durchmesser, so dass bei Erwärmung nur kleine Durchmesserdifferenzen erzeugt werden. Der Zentrierabsatz wird durch 4 Zirkonoxidsegmente umschlossen, die zum einen als Wärmesperre wirken, zum anderen wegen ihres Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen dem von SiSiC und Stahl die Dehnungsunterschiede bei Erwärmung aufteilen.

Die etwas ausführliche Beschreibung des Werdeganges dieser Keramik-Metallkonstruktion soll neben dem positiven Effekt der Problemlösung besonders aufzeigen, welcher Informationsbedarf zwischen Maschinenbau, Werkstoffkunde, Fertigungstechnik und Verfahrenstechnik notwendig ist. Entsprechend den Thesen der Einleitung mussten zwei Negativverfahren bei der Umsetzung dieser Konstruktion in die industrielle Anwendung gemacht werden: Das Vertrauen in den Werkstoff Keramik bezüglich seiner Dauerfestigkeit ist so gering, dass eine Umsetzung in der verfahrenstechnischen Industrie bis heute nicht erfolgte, weil bei einem potentiellen Bruch eines Ventilators die Bruchstücke eine ganze Charge des verfahrenstechnischen Produkts zerstören würde. Der andere „Pferdefuß“ war die Wirtschaftlichkeit: Die Keramikindustrie geht von Produktionsmengen vorstellungen aus, die sich mit

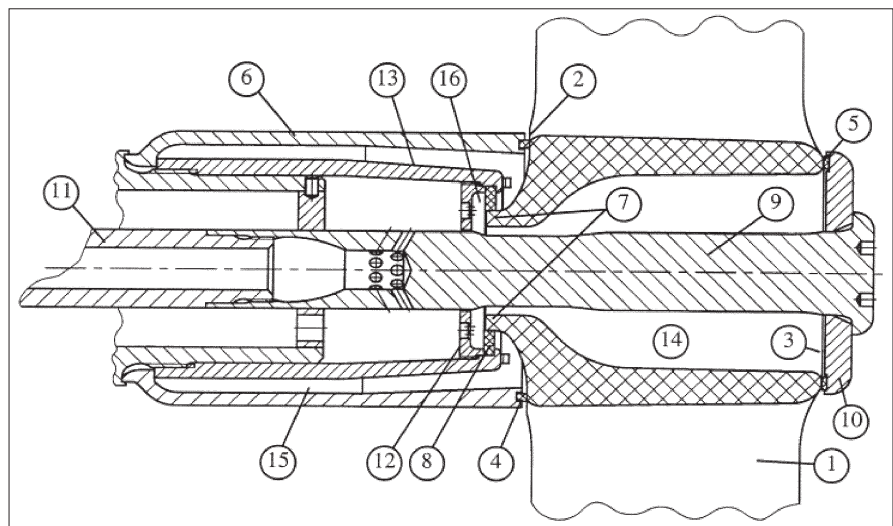


Bild 10: Kraftschlüssige Verbindung der „Heiß-Kalt“-Problematik (DIETZ 2000, JAKEL 1996)

der Entwicklung eines High-Tech-Produktes besonderer Anwendung und hohen Qualitätsanforderungen nicht decken.

Zusammenfassung

Anhand von einigen Beispielen konnte nachgewiesen werden, dass bei den vielfältigen Anforderungen an moderne und marktgerechte Produkte die Suche nach dem Werkstoff zur Erfüllung eines Teils dieser Anforderungen erhebliche Schwierigkeiten bereiten kann. In vielen Fällen gelingt eine Produktoptimierung nur durch die Kombination von Bauteilen mit unterschiedlichen, problemorientierten Werkstoffeigenschaften. Auch hier bedeutet die Werkstoffwahl immer einen Kompromiss zwischen den Produktanforderungen und den Werkstoffeigenschaften. Es konnte nachgewiesen werden, dass einerseits ein unterschiedliches Werkstoffverhalten in Abhängigkeit von der Belastung auch ohne Wechsel des Werkstoffs Optimierungspotentiale enthält (Plastizierungsvermögen der Metalle), andererseits selbst die Kombination einer Reihe von Werkstoffen Anforderungslücken hinterlässt, wie dies besonders bei den prozessgerechten Maschinenlösungen in der Verfahrenstechnik zu beobachten ist.

Eines der wichtigsten Ergebnisse dieser Betrachtung ist die Forderung nach einer interdisziplinären Lösung des anstehenden Entwicklungsproblems. Der die Funktionen beherrschende Entwickler kann nur gemeinsam mit dem Werkstofffachmann die Produktanforderungen bezüglich ihrer

Abbildung auf Werkstoffeigenschaften untersuchen und nach dem Prinzip des „Werkstoffe Gestaltens“ Werkstoffeigenschaften, geometrische Form, Funktionsbereitstellung, Verschleißverhinderung usw. entwickeln. In den weitaus meisten Fällen ist hierzu der Fertigungstechnologe notwendig, der die Realisierung dieser Gestaltung nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten leisten kann.

Anm. d. Red.: Auf Wunsch können über den Verfasser die vollständigen Literaturangaben bezogen werden.

Dipl.-Ing. Torsten Grünendick
Institut für Maschinenwesen
Robert-Koch-Straße 32
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-35 07
Fax: 0 53 23/72-35 01
E-Mail: gruenen@imw.tu-clausthal.de ■

DEM ZAHNSTEIN AUF DER SPUR

Entwicklung eines Ultraschallschwingers zur schonenden Entfernung von Konkrementen

Von Jens Strackeljan, Jens Dobras und Detlef Mitzschke

Medizinischer Hintergrund und bisherige Therapie

Es beginnt meist ganz harmlos ohne Schmerzen. Das Zahnfleisch ist gerötet und geschwollen, manchmal blutet es. Doch irgendwann, oft ganz ohne Vorwarnung, ist es zu spät: Vollkommen gesunde Zähne lockern sich, fallen aus oder müssen gezogen werden. Die Rede ist von der Parodontitis, einer Entzündung des Zahnhalteapparates.

Parodontitis ist heute bei Erwachsenen über 40 Jahre in Deutschland der Hauptgrund für Extraktionen und steht nach neueren Untersuchungen auch in Verbindung mit systemischen Erkrankungen wie z. B. Herzinfarkt, Zuckerkrankheit und Frühgeburten. Man weiß mittlerweile, dass praktisch jede Parodontitis auf eine Besiedelung durch Bakterien zurückzuführen ist. Sie bilden auf der Zahnwurzel einen Belag, die sog. „Plaque“. Diese unterhalb des Zahnfleischsaumes (subgingival) befindliche Plaque mineralisiert, wenn sie nicht entfernt wird, in weniger als zwei Tagen und wandelt sich in äußerst harte Beläge (sog. Konkreme) um (Bild 1 und 2 a).

Diese dienen den Bakterien als Nährboden für die weitere Besiedelung der Zahnfleischtaschen. Stoffwechselgifte lösen dort Entzündungen aus, die bei Nichtbehandlung zum Zahnverlust führen.

der Zahnarztpraxis entfernt werden. Dazu verwendet man heute sog. Ultraschallscaler (Bild 3). Diese Scaler entfernen die Konkreme mechanisch durch den Kontakt der schwingenden Arbeitsspitze mit der Zahnoberfläche. Durch die

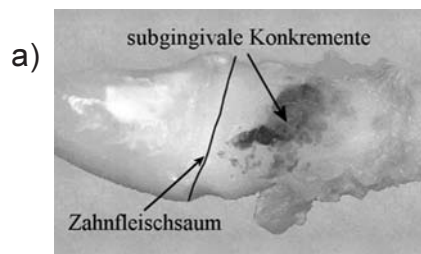


Bild 2a: Extrahierter Zahn

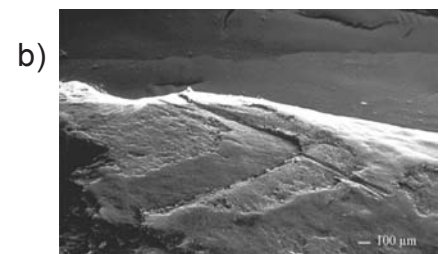
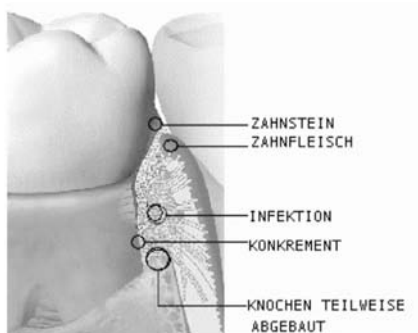


Bild 2b: Geschädigte Zahnoberfläche mit Konkrementen nach der Behandlung



Die harten, ausmineralisierten Konkreme können nur durch professionelle Reinigung in

periodische Schwingbelastung des Konkremes bzw. der Zahnoberfläche mit Frequenzen zwischen 20 und 40 kHz kommt es zu Mikrogleitungen im oberflächennahen Bereich, zu Rissbildung, Materialermüdung und letztendlich zum Bruch des Konkremes bzw. zur Beschädigung der Zahnoberfläche (Bild 2b).

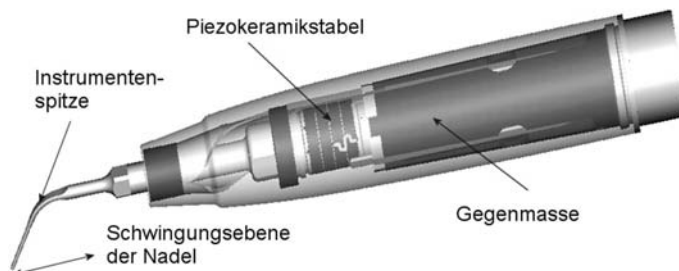


Bild 3: Prinzipskizze eines Ultraschallscalers

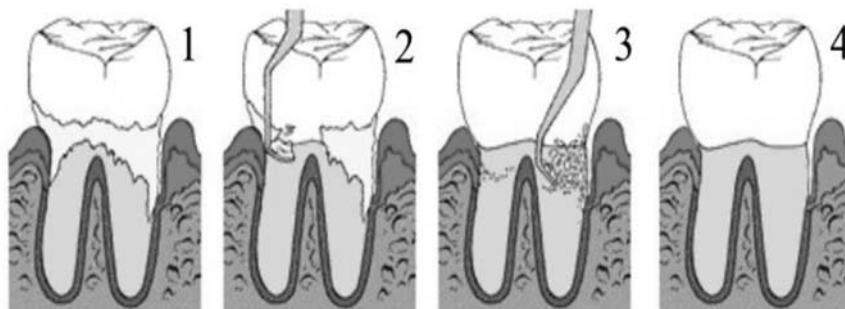


Bild 1: Entzündeter Zahn und schematische Darstellung der notwendigen Entfernung von Konkrementen

Die Probleme dabei: Der Zahnarzt kann die Behandlungsstelle im Bereich der Zahnfleischtaschen nicht einsehen und taktil auch kaum beurteilen. Die bisher verwendeten Instrumente sind nicht in der Lage, zwischen Zahnbelägen oder gesunder Zahnhartsubstanz zu unterscheiden. Daher wird bei der Zahnsteinentfernung meistens auch gesunde Zahnhartsubstanz mit abgetragen (Kocher et al. 1997); denn der Behandler kann nicht kontrollieren, ob und zu welchem Zeitpunkt der Zahnstein vollständig entfernt ist. Verschiedene Studien zeigen seit langem, dass es mit den herkömmlichen Methoden einerseits ►

zu einer Übertherapie kommt, d.h. auf schon sauberen Stellen weitergeschabt und gesunde Zahnschubstanz abgetragen wird. Andererseits wird Zahnstein aber auch übersehen; es wird also untertherapiert. Zur Lösung der o. g. Probleme entstand an der Abteilung für Parodontologie der Universität Greifswald und am Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal die Idee, einen Ultraschallscaler zusätzlich mit einer automatischen Erkennung der Zahnoberfläche auszustatten. Dieses „intelligente“ Ultraschallgerät kann Zahnstein schonend entfernen, da es am Schwingungsmuster der Nadel die jeweils berührte Oberfläche erkennt und somit auch in den für den Behandler nicht einsichtigen Bereichen der Zahnfleischtaschen Konkrement ohne Schädigung der Zahnoberfläche abtragen kann. In einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt arbeiten wir daran, diese Idee in ein funktionsfähiges System umzusetzen.

Subgingivale Zahnsteinerkennung mittels Ultraschallscaler

Das Entwicklungssystem zur automatischen Zahnoberflächenenerkennung besteht hardwareseitig aus dem Ultraschallscaler, der sowohl als Actor als auch als Messsensor verwendet wird, dem Anregungssystem und dem Datenaufzeichnungs- und -analysesystem (Bild 4). Der PC-gestützte Rechner soll in einer späteren Entwicklungsstufe durch einen Signalprozessor ersetzt werden. Es wäre dann möglich, das System in bestehende Behandlungsstühle zu integrieren.

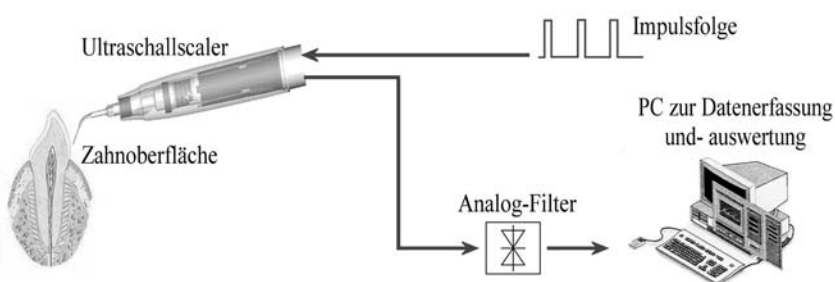


Bild 4: System zur automatischen Zahnoberflächenenerkennung mittels Ultraschallscaler

Das Anregungssystem produziert eine Rechteckimpulsfolge mit einer Amplitude von ca. 200 V und einer Impulsdauer von etwa 10^{-5} s, die das Piezosystem des Scalers ca. 50mal in der Sekunde zu Schwingungen anregt, wobei die Amplituden an der Nadelspitze mit weniger als 5 µm sehr gering ausfallen. Die Oberflächenantwort auf die Impulsfolgenanregung induziert nun eine mechanische Deformation der Piezokeramik, was wiederum zu Spannungsänderungen an den



Seit 1829 Hand in Hand mit der Hochschule: Die Grosse'sche Buchhandlung (links)



Ihre Fachbuchhandlung für:

**Technik • Naturwissenschaften
Bergbau • Umwelttechnik**

GROSSE'SCHE BUCHHANDLUNG

ADOLPH-ROEMER-STRASSE 12 • TEL. (0 53 23) 9390 - 0 • FAX - 20

grosse.harz.de • buch@grosse.harz.de

D-38668 CLAUSTHAL-ZELLERFELD

Elektroden der Keramikelemente führt. Das Gesamtsignal aus Impulsanregung und Rückwirkung wird mittels des Datenerfassungssystems

te entfernt. Immer wenn im Detektionsmodus durch die Rechteckfolge Konkremeute erkannt werden, kann das System auf den normalen Leistungsbetrieb zur Entfernung umgeschaltet werden. Dies kann manuell durch den Behandler oder automatisch gesteuert durch das Dentalgerät erfolgen. Dieser Ultraschallschwinger ist ein schönes Beispiel eines mechatronischen Systems, bei dem neue Funktionalitäten erst durch die Kopplung von Mechanik, Elektronik und Signalverarbeitung entstehen.

Der Nachweis, dass das Schwingungsverhalten durch die berührte Oberfläche beeinflusst wird, konnte in einer Reihe von Laborexperimenten an extrahierten Zähnen invitro erbracht werden.

Mittels einer geeigneten Merkmalerzeugung, die durch die Transformation des Zeitsignals in den Spektralbereich erfolgt, ist eine prinzipielle Unterscheidbarkeit von Zahnoberflächen möglich. Jeder der in diesem Fall 400 Magnitudenwerte (Bild 5, links) kommt als mögliches Merkmal für den Entscheidungsprozess, welche Oberfläche momentan berührt wird, in Betracht. Algorithmisch wird dieser Prozess in einem sogenannten Klassifikator realisiert, wobei eine große Auswahl von potentiellen Klassifikationsalgorithmen zur Verfügung steht, auf deren Beschreibung und die Auflistung der zugehörigen Auswahlkriterien hier verzichtet werden soll. Allen ist aber gemeinsam, dass sie zum ►

Anlernen Musterbeispiele für jede der beiden Zahnoberflächen Wurzel und Konkrement benötigen. Je umfangreicher diese Lernmengen sind, desto sicherer werden in der Regel dann auch die Entscheidungen ausfallen.

Die Analyse einer größeren Anzahl von Stichproben zeigt nun, dass bei einigen charakteristischen Frequenzen Abweichungen in der Amplitude verschiedener Zahnoberflächen vorhanden sind, während große Frequenzbereiche nahezu identische Amplituden aufweisen. Dabei ist zu bemerken, dass dies allein die Klassifikationsaufgabe noch nicht löst, wie die zweidimensionale Auftragung zweier visuell unterscheidbarer Merkmale illustriert (Bild 5, rechts). Denn durch die große Streuung treten Überlagerungen der „Merkmalswolken“ der beiden Klassen auf. Dennoch muss ein Klassifikationsalgorithmus für jeden der eingezeichneten Punkte eine Beurteilung vornehmen, ob es sich um Konkrement handelt oder nicht. Da die Übergänge zwischen beiden Klassen nicht scharf abgegrenzt sind, empfiehlt sich der Einsatz von unscharfen (Fuzzy) Methoden, die diesem Tatbestand Rechnung tragen.

Serienstreuung und Eichfähigkeit Schwächen auf. Auch bei identischer Anregung kommt es daher zu schwankenden Signalen.

- Die Abnutzung der Nadeln auch innerhalb zulässiger Spezifikationen führt zu einer signifikanten Abweichung im Schwingungsverhalten.

Unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen ist verständlich, dass eine Beurteilung mit einem Klassifikator, der mit festen Grenzwerten arbeitet, nicht funktionieren wird. Entweder es gelingt, die von den Randbedingungen geprägten Einflüsse z.B. durch geeignete Eichungen zu eliminieren oder es werden Merkmale aus dem Schwingungssignal extrahiert, die für eine möglichst hohe Schwankungsbreite der Einflussparameter zuverlässige Klassifikationsergebnisse liefern. Dieser Schritt der Merkmalsauswahl kann nur mit Unterstützung eines vollständig automatisierten Algorithmus erfolgen. Nach unseren Erfahrungen sind für diesen Vorgang der Merkmalsauswahl vor allem die in den letzten Jahren entwickelten sogenannten „Wrapper-Ansätze“ (STRACKELJAN 2002), bei denen schon für die Gütebewertung innerhalb der Merkmalsauswahl

erfahrener Zahnärzte von ca. 50 bis 60% schon eine erhebliche Steigerung in der Therapie der Parodontalerkrankungen. Hierbei wurden 2900 Messungen an ca. 100 Zähnen unter Variation der zuvor genannten Einflussparameter ausgewertet. Im Laufe des Projektes hat sich nun herausgestellt, dass nur mit einer Kombination von spektralen Merkmalen und einer adaptiven Mustererkennung brauchbare Klassifikationsgüten erreichbar sind. In einer Art Selbsttest, bei der die Nadel frei in der Luft schwingt, kann das System Veränderungen wie z.B. den Grad der Nadelabnutzung erkennen und eine Adaption der Klassifikationsparameter durchführen.

Der Grund, für die Klassifikation auf einen datenbasierten Ansatz zurückzugreifen, ergibt sich aus der vorliegenden Problemstellung, bei der sich das Schwingungsverhalten unter Berücksichtigung der Ankoppelung zwischen Nadel und Zahnoberfläche und der beschriebenen Einflussgrößen derzeit nicht in einem mechanischen Modell beschreiben lässt. Für Teilanalysen, z.B. die Frage, ob das Schwingungsverhalten auch durch den Zahnhalteapparat beeinflusst wird, wurden ergänzende FEM-Rechnungen durchge-

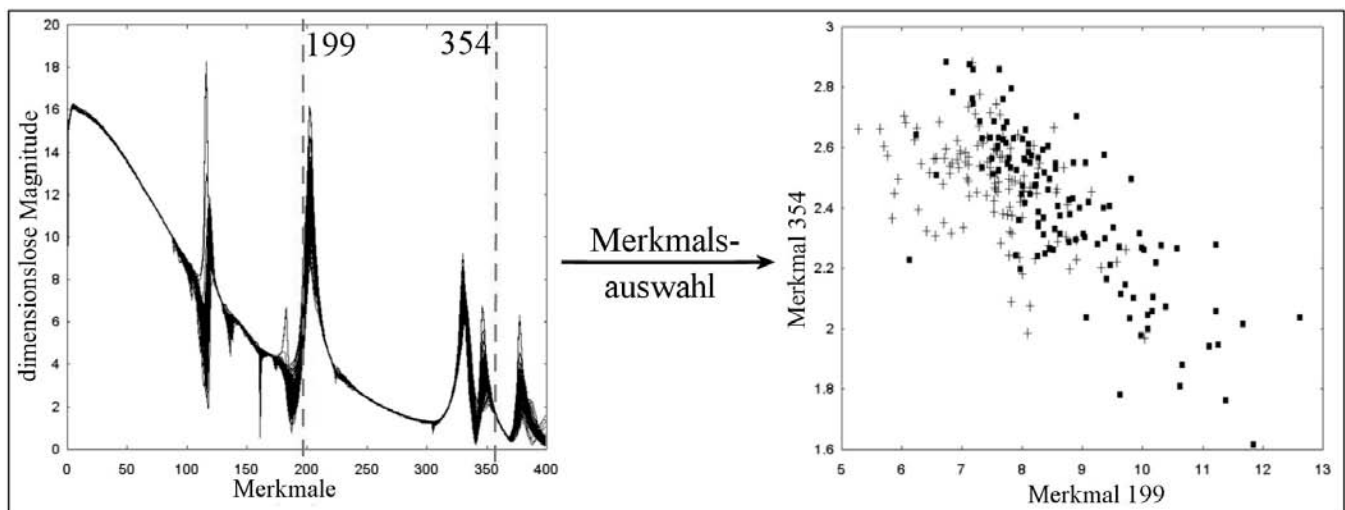


Bild 5: Lernmengen (Spektren) der Klassen „Zahnhartsubstanz“ und „Konkrement“ mit zugehöriger klassifikatorbezogenen optimalen Merkmalskombination

Es ist aber unmittelbar einsichtig, dass das Handling des Instrumentes, im wesentlichen geprägt durch die Anpresskraft und den Kontaktwinkel zwischen Nadelspitze und Zahnoberfläche, auch einen Einfluss auf die entstehenden Schwingungen und damit auf das Spektrum entsprechend Bild 5 haben dürfte. Zusätzlich zu diesen vom Behandler abhängigen Parametern geben sich durch baugleiche, aber nicht identische Scaler weitere Schwankungen im Schwingungsverhalten:

- Die Piezokeramiken sind als reine Aktoren konzipiert und weisen bezüglich ihrer Sensoreigenschaften vor allem im Hinblick auf

der später zum Einsatz kommende Klassifikator Verwendung findet, besonders geeignet.

Das wichtigste Bewertungsmaß bei der Beurteilung der Klassifikationsergebnisse ist die Reklassierungsgüte, die dem Quotienten aus den korrekt klassifizierten Stichproben zur Gesamtstichprobenmenge der Referenzoberflächen entspricht. Derzeit können Reklassierungsraten bei der Unterscheidung von Zahnhartsubstanz und Konkrement von ca. 80% erreicht werden, die sich etwa in gleicher Größenordnung in die für medizinische Diagnosen wichtigen Klassifikationsraten der Sensitivität und der Spezifität aufteilt. Dies ist gegenüber der Erkennungsrate

führt, bei denen die Nahfeldwirkung der Anregung gezeigt werden konnte.

Risiken derartiger Forschungsprojekte

Das BMBF fördert im Rahmen des Programms „Innovationspreis Medizintechnik“ Projekte, bei denen ein hohes Risiko in der Durchführung des sogenannten Schlüsselexperiments liegt und auf der anderen Seite eine industrielle Nutzung erst nach dem Nachweis der Eignung eben durch dieses Schlüsselexperiment erfolgen kann. Es muss daher zusätzlich zu den beteiligten For- ►

schungseinrichtungen von Beginn auch ein industrieller Partner in die Entwicklung einbezogen werden.

Wo liegt bzw. lag nun das besondere Risiko in dieser Projektentwicklung?

Bisher gab es am Institut noch keine Erfahrungen mit der Entwicklung derartiger medizinischer Geräte. Vor allem die Notwendigkeit, Tests hierbei auch in vivo durchzuführen, hat sowohl die zeitliche als auch die inhaltliche Projektplanung erheblich erschwert. Dabei galt es nicht nur, auftretende technische Problemstellungen zu bewältigen, sondern es mussten auch eine Reihe von bürokratischen Hürden gemeistert werden. In Deutschland können bei Neuentwicklungen Tests am Patienten in der Regel nur dann durchgeführt werden, wenn zuvor eine Ethikkommission den geplanten Versuchen zugestimmt hat. Dieser Vorgang ist bekannt und das Verfahren sollte eigentlich keine Probleme bereiten. Aber speziell für zahnmedizinische Entwicklungen gibt es nur wenige Ethikkommissionen, und wenn sich von diesen einige als nicht zuständig erklären – häufig erst nach einer mehrwöchigen Bearbeitungsfrist –, vergeht schnell wertvolle Entwicklungszeit. Ein weiteres Problem, das sich durch ein Hochschulinstitut praktisch nicht bewältigen lässt, ist die technische Abnahme entsprechend dem Medizinproduktegesetzes (MPG). Selbst die Modifikation eines im Grundaufbau schon bestehenden Dentalgerätes unter Verwendung eines rechnergestützten Messwert-erfassungssystems verlangt schon in der Entwicklungsphase umfangreiche Tests z.B. zur elektromagnetischen Verträglichkeit. Nur durch die organisatorische und finanzielle Unterstützung des industriellen Projektpartners *Sirona Dental Systems* ließen sich diese Tests durchführen. Für das gesamte Zulassungsverfahren müssen ca. 6 Monate eingeplant werden. Das dann zugelassene System darf später aber keinen gravierenden Veränderungen unterworfen werden, wenn es nicht zu einer erneuten technischen Zulassungsprüfung kommen soll. In unserem konkreten Fall bei einer Projektlaufzeit von 2,5 Jahren bedeutet dies, dass schon nach ca. einem Jahr das System für die Prüfungen konzipiert sein musste, um dann nach Absolvierung der Zulassungsmodalitäten im verbleibenden Jahr die wichtigen in-vivo-Tests durchzuführen. Momentan befindet sich das Projekt in dieser Testphase, bei der Untersuchungen an ca. 60 Zähnen über die Eignung der Neuentwicklung Aufschluss geben werden. Um im klinischen Test eine neue Behandlungsmethode oder ein Gerät zu prüfen, kann man z.B. eine Mundhälfte jedes Probanden mit der neuen Methode und die zweite Hälfte mit einer Referenzmethode behandeln. Der Vergleich erfolgt dann nach Abschluss der Therapie über etablierte klinische Parameter z.B. die Zu- bzw. Abnahme der Taschentiefe. Diese Methode ist zur Ermittlung der prinzipiellen Fähigkeit, Konkreme automatisch zu erkennen und diese dann

abzutragen, aber ungeeignet. Zum einen benötigt ein solcher klinischer Test viel Zeit; denn es lässt sich erst nach Abschluss der Therapie eine Aussage treffen, und dann ist diese Beurteilung wegen der Abstützung auf klinische Therapieindikatoren noch indirekt, denn es fehlen konkrete Angaben zur Klassifikationsrate.

Wie kann nun aber die „Trefferquote“ des Systems ermittelt werden? Denn es muss festgelegt werden, mit welcher Zuverlässigkeit Konkreme erkannt und übersehen werden bzw. wann das Gerät gesunde Wurzelsubstanz fälschlicherweise als Konkremment beurteilt.

Da während der Behandlung der Zahnarzt nicht sieht, wo die Nadelspitze sich in der Tasche befindet, kann auch die Geräteanzeige nicht online auf ihre Korrektheit überprüft werden. Es werden daher alle Behandlungen komplett über eine sehr leichte Kamera gefilmt, die fest mit dem Gebiss des Patienten verbunden wird (Bild 6).

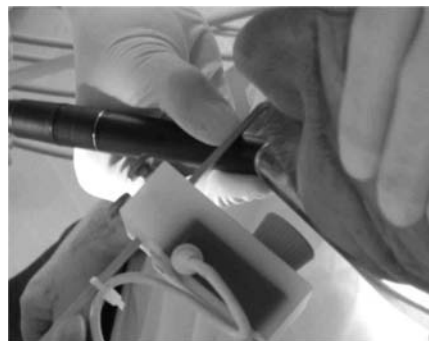


Bild 7: Nadel in der Zahnfleischtasche (links) und nach der Positionierung (rechts)

Das Instrument wird dabei in exakt die Lage gebracht, die es nach dem Videobild (links) auch während der Behandlung hatte.

Wer schnell nach oben will, braucht ein Finanzkonzept ohne Geschwindigkeitsbeschränkung.

Unser intelligentes Private Finance-Konzept geht jedes Entwicklungstempo mühelos mit. Dafür sorgen unsere Berater, die sich auf die Betreuung von jeweils etwa 200 Kunden konzentrieren, und unsere informative Internetplattform.

Trainieren von Vorstellungsgesprächen, Karriereseminar für werdende Akademiker, Assessmentcentertraining.

MLP Geschäftsstelle Clausthal-Zellerfeld I

Kronenplatz 14

38678 Clausthal-Zellerfeld

Telefon: 0 53 23/98 24-0

Fax : 0 53 23/98 24-24

E-Mail: clausthal-zellerfeld1@mlp-ag.com

MLP PRIVATE FINANCE



Dann werden die Zähne extrahiert und nach der Extraktion wieder exakt so in eine Abformmasse eingesetzt, dass die Verhältnisse denen im Mund entsprechen. Es wird nun versucht, an all den Stellen, an denen das System Konkrement angezeigt hat, das Instrument exakt in eine dem Video entsprechende Position zu bringen und dann zu prüfen, ob sich die nun einsehbare Nadelspitze auch tatsächlich auf Konkrement befunden hat (Bild 7). Ist dies der Fall, erhöht diese positive Erkennung die Klassifikationsrate, im anderen Fall steigt die Fehlerquote. Unschärfen, wie im Standbild des Videofilmes in Bild 5 sichtbar, können dabei durchaus auftreten.



Bild 6: Behandlung eines Patienten mit Filmaufnahme der gesamten Behandlung

Die Kamera ist über eine Schiene und eine Aufbissmasse fest mit dem Gebiss verbunden.

Die notwendige Extraktion der Zähne schränkt leider den zur Verfügung stehenden Patientenzirkel stark ein; denn es werden selbstverständlich keine Zähne nur zur Unterstützung der Studie gezogen. Die Spezialisten der Uniklinik Greifswald erreichen auch bei klassischem Vorgehen so gute Therapieergebnisse, dass nur wenige Zähne zur Extraktion anstehen. Die Tests wurden daher auf Praxen niedergelassener Ärzte vor allem in Mecklenburg-Vorpommern ausgedehnt. Dies ist mit erheblichen Reisezeiten und vor allem dem guten Willen der Ärzte und natürlich auch der Patienten verbunden, die ja eine Untersuchung über sich ergehen lassen, an deren Ende in jedem Fall die Extraktion steht. Umso erfreulicher, dass es dennoch Menschen gibt, die sich bereit erklären, eine solche wissenschaftliche Studie zu unterstützen. Die beschriebene Nachpositionierung ist extrem zeitaufwändig und beansprucht für jeden Patienten mehrere Stunden. Sollte das System weiterentwickelt werden, sind in Zukunft ergänzende Studien notwendig, bei denen dann auf eine teil- oder vollautomatisierte Auswertung der Videoaufzeichnung zurückgegriffen werden soll.

Zusammenfassung

Die bisher erzielten Ergebnisse ermöglichen die Entwicklung von kombinierten Diagnose- und Behandlungsgeräten insbesondere für zahnmedizinische Anwendungen. Allerdings ist der prinzipielle Ansatz keinesfalls auf den dentalen Bereich beschränkt und kann mit geringen Änderungen auch auf andere Klassifikationsaufgaben z.B. der Qualitätskontrolle oder der Maschinenüberwachung übertragen werden. Neben dem Erreichen einiger wissenschaftlich interessanter Ansätze hat vor allem die sehr gute interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Projektpart-

ner das Projekt geprägt. Der Austausch von Technologien, Methoden und Wissen ist hierbei keineswegs eine Einbahnstraße von den Universitäten in die Industrie. Vor allem im Hinblick auf das in einem solchen Verbundprojekt unbedingt notwendige Projektmanagement haben vor allem die Forscher von ihren Kollegen in der Entwicklungsabteilung eine ganze Menge lernen können. So kann, unabhängig von der noch ausstehenden Entscheidung der Industrie, dieses Gerät auch tatsächlich auf den Markt zu bringen, das Forschungsprojekt als überaus erfolgreich angesehen werden.

PD Dr.-Ing. habil. Jens Strackeljan
Dipl.-Ing. Jens Dobras
Dipl.-Ing. Detlef Mitzschke
Institut für Technische Mechanik
Adolph-Roemer-Straße 2A
38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel.: 0 53 23/72-20 57 (Strackeljan)
0 53 23/72-20 53 (Dobras)
0 53 23/72-25 35 (Mitzschke)
Fax: 0 53 23/72-22 03

18. Gießerei-Kolloquium - 100 Teilnehmer aus Forschung und Industrie

Ein Jahr liegt der Stabwechsel von Prof. Dr.-Ing. Reinhard Döpp an Frau Prof. Dr.-Ing. Babette Tonn in der Clausthaler Gießereitechnik zurück. Rund 100 Gäste aus Wissenschaft und Industrie nutzten die Gelegenheit des 18. Clausthaler Gießerei-Kolloquiums am vergangenen Donnerstag und Freitag in der Aula der Universität zu intensiver fachlicher Diskussion. Die Clausthaler Wissenschaftler berichteten aus jüngst abgeschlossenen Promotionen und zogen ein erstes Zwischenresümee: Welche Forschungsrichtungen wurden beibehalten? Was trat neu hinzu?

Aus der Umstrukturierung der Gießereihallen und -räume ging ein neuer Bibliotheks- und Rechnerraum hervor, in dem den Studenten und Wissenschaftlern modernste Simulationssoftware zur Gieß- und Erstarrungssimulation von Bauteilen und die aktuellen Unterlagen aus Praxisseminaren zur Verfügung stehen. Dies wurde angesichts knapper staatlicher Mittel nur möglich dank der finanziellen Förderung durch den Verein deutscher Gießereifachleute und der Magma-Gießereitechnologie GmbH. Weitere Schwerpunkte sind der Aufbau eines Formstoff- sowie eines Schmelz- und Wärmebehandlungslabors.

Frau Professor Tonn beabsichtigt, sich auf folgende Forschungsschwerpunkte zu konzentrieren: So sollen Gusslegierungen mit neuen Eigenschaften entwickelt werden. Die Wissenschaftler modellieren das Gießen von Bauteilen und streben an, in Simulationen die komplexen Prozesse "durchsichtig" zu machen, damit das entstehende Werkstoffgefüge und die Eigenschaften vorhergesagt werden können. Schmelz-, Gieß- und Erstarrungsprozesse müssen den Anforderungen an Werkstoffe und Bauteile entsprechen, daher werden Legierungen und deren Herstellungsprozess als Einheit betrachtet und fortentwickelt.

In Zukunft sollen die Kolloquien im jährlichen Rhythmus stattfinden. ■

Konkurrenz für Röntgen: T- Rays auf dem Weg zum Welterfolg

Forscher der TU Braunschweig und der Ruhr-Universität Bochum für revolutionäre Neuentwicklung in der Terahertz - Messtechnik mit dem Kaiser-Friedrich-Forschungspreis 2003 ausgezeichnet

Mit der Verleihung des Kaiser-Friedrich-Forschungspreises 2003 wurde am 13. Mai in der Kaiserpfalz in Goslar eine deutsche Forschergruppe geehrt, die im weltweiten Wettlauf um die Nutzung von Terahertz-Wellen einen entscheidenden Meilenstein liefert: Wissenschaftler der Universitäten in Braunschweig und Bochum haben eine Terahertz-Strahlungsquelle entwickelt, die flexibel, raumsparend und zugleich kostengünstig ist und damit die Anwendung dieses neuartigen Lichtes im großen Maßstab ermöglicht. Das „Bildgebende Dauerstrich-Terahertz-System“ wurde von Prof. Dr. Martin Koch und Dipl.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann vom Institut für Hochfrequenztechnik der TU Braunschweig in Kooperation mit Prof. Dr. Martin Hofmann und Dipl.-Ing. Stefan Hoffmann vom Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik an der Ruhr-Universität Bochum entwickelt.

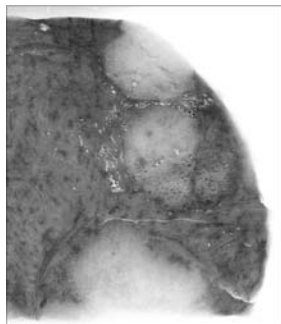
Terahertz-Wellen - im elektromagnetischen Spektrum zwischen Mikrowellen und Infrarotlicht - können sehr viel und das zum Teil besser, als bisher verwendete Strahlen. So könnten sie zukünftig in einigen medizinischen Anwendungen die gesundheitsgefährdende Röntgenstrahlung ablösen, Hautkrebsuntersuchungen ohne Biopsie ermöglichen oder in Feuchtigkeitsmessgeräten für die Haut den Erfolg von Kosmetika überwachen.



Bei der Preisverleihung: (v. l. n. r.) Dr. Jochen Stöbich (Preisstifter), Dipl.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann (TU Braunschweig), Dipl.-Ing. Stefan Hoffmann und Prof. Dr. Martin Hofmann (beide Ruhr Universität Bochum)

Auch außerhalb der Medizin sind Terahertz-Wellen interessant: Bei der Sicherheitskontrolle von Fluggästen würden nicht nur metallische Gegenstände, sondern auch Plastikbomben erkennbar und in der Qualitätskontrolle von Lebensmitteln könnten chemische Zusammensetzung sowie Frischegrad jederzeit auch durch die Verpackung ermittelt werden.

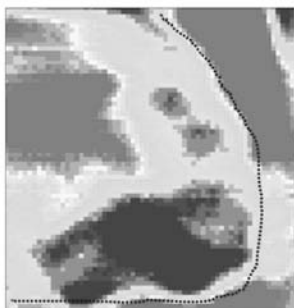
Wegen ihres hohen Preises (250.000 Euro) haben bisherige gepulste Terahertzsysteme Schwierigkeiten auf dem Markt Fuß zu fassen und mit anderen Technologien zu konkurrieren. Das von den Preisträgern vorgestellte System auf der Basis eines Zwei-Farben- Diodenlasers kostet nicht einmal ein Zehntel und könnte der neuartigen bildgebenden Terahertz-Messtechnik weltweit zum Durchbruch verhelfen.



a) Foto



b) THz-Bild mit gepulster Strahlung 200 - 1000 GHz



c) THz-Bild mit kontinuierlicher Strahlung bei 230 GHz

Bilder: P. Knobloch / T. Kleine-Ostmann

Vergleich zwischen Photo, gepulstem THz-Bild und cw-THz-Bild einer histo-pathologischen Probe aus einer menschlichen Leber

Der mit 15.000 Euro dotierte Kaiser-Friedrich-Forschungspreis wurde in diesem Jahr erstmalig an herausragende, innovative Forschung aus dem Themenfeld der Optischen Technologien vergeben. Er fördert technische wie naturwissenschaftliche Entwicklungen mit einem hohen Innovationspotential und einer deutlichen Perspektive für die Umsetzung in neue Produkte oder Verfahren. Stifter des Kaiser-Friedrich-Forschungspreises ist Dr. Jochen Stöbich, Geschäftsführer der Stöbich Brandschutz GmbH.

Insgesamt 34 Bewerbungen renommierter Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Kooperationsverbünde mit Unternehmen aus ganz Deutschland wurden zum Schwerpunktthema 2003 Optische Sensorik eingereicht. Die Vielfalt der Beiträge spiegelt die breiten Einsatzmöglichkeiten optischer Sensoren u.a. in der ►

Umwelt- und industriellen Prozesskontrolle, Qualitätsüberwachung, Arbeitssicherheit, Biotechnologie sowie in der medizinischen Chirurgie, Diagnostik und Therapie wider.

Feierlicher Rahmen für die Preisverleihung bildete das InnovationsForum Photonik mit einem spannenden Vortragsprogramm hochrangiger Persönlichkeiten aus Wissenschaft und angewandter Forschung, die die enormen Potentiale Optischer Technologien an aktuellen Beispielen vorstellten. So gewährte Dr. Hentschel von der Volkswagen AG in Wolfsburg direkte Einblicke in den Brennraum moderner FSI-Motoren. Prof. Birngruber vom Medizinischen Laserzentrum in Lübeck erläuterte neueste Therapieverfahren in der Augenheilkunde und Prof. Demtröder die sehr empfindlichen Nachweistechiken der Laserspektroskopie, die es gestatten, sehr geringe Konzentrationen von Spurengasen in der Erdatmosphäre oder Verunreinigungen in Gewässern oder im Boden nachzuweisen. Einen bildreichen Bogen über „das Photon und seine Wirkung in unserer Gesellschaft“ spannte Prof. Welling vom Vorstand des Laser-Zentrums Hannover.

Der Kaiser-Friedrich-Forschungspreis sowie das InnovationsForum Photonik wurden vom niedersächsischen Kompetenznetz für Optische Technologien PhotonicNet, der TU Clausthal und der Firma Stöbich Brandschutz mit freundlicher Unterstützung der Stadt Goslar und der Sparkasse Goslar/Harz organisiert.

Kontakt Preisträger:

Prof. Dr. Martin Koch, Dipl.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann
Institut für Hochfrequenztechnik,
TU Braunschweig,
Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig
Tel.: +49 (0)531 391 2010 I
Fax: +49 (0)531 391 2045

Prof. Dr. Martin Hofmann, Dipl.- Ing. Stefan Hoffmann
Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik,
Ruhr-Universität Bochum
Gebäude IC2/155, 44780 Bochum
Tel.: +49 (0)234 32 26514
Fax: +49 (0)23432 14166

Kontakt PhotonicNet GmbH:
Dipl. Biol. Anja Nieselt-Achilles
Marketing & Kommunikation
Geschäftsstelle Göttingen
Von-Ossietzky-Str. 99
37085 Göttingen
Tel.: 0551-30572 22
Fax: 0551-30572 11
E-Mail: anja.nieselt@photonicnet.de

Interessante Ansätze in der Modellbildung zur Steuerung einer Glasschmelze

Beim diesjährigen Wettbewerb der internationalen wissenschaftlichen Vereinigung EUNITE gelang es drei Teams, die zeitliche Entwicklung der fünf Antwortsignale einer Prozesssteuerung einer Glasschmelzwanne (bei 29 Eingangsgrößen) über einen Zeitraum von zwei Wochen hinweg vorherzusagen. Die - gewichtete - Abweichung der modellierten Werte von den realen lag bei 0,3 Prozent. Die Sieger stellten ihre Ergebnisse auf der EUNITE-Tagung vom 10. - 12. Juli im finnischen Oulu vor. Die Firma Schott Glas dankte mit einem Preisgeld in Höhe von 5000 Euro (1. Platz) 3000 Euro (2. Platz) und 1000 Euro für den dritten Platz. „Tatsächlich konnten wir die konkreten Prognosewerte für die Anlagenführung nicht verwenden, vielleicht, weil wichtige Einflußgrößen noch nicht erfaßt waren, aber die gewählten Modellansätze sind für uns von hohem Wert“, sagt Dr. Katharina Lankers, die von Seiten der Schott Glas den Wettbewerb ausrichtete.

EUNITE ist eine europäische Vereinigung von Wissenschaftlern an Hochschulen und in der Industrie und wird von der Europäischen Union mit dem Ziel gefördert, ein Netzwerk der Exzellenz zu bilden. EUNITE widmet sich der Verbesserung sogenannter intelligenter anpassungsfähiger Systeme. Die Modellierungskünste der Wissenschaftler werden alljährlich in einem Wettbewerb getestet. Die Koordination des Wettbewerbs liegt in den Händen von Privatdozent Dr. Jens Strackeljan vom Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal.

Die Gewinner sind Marcin Wojnarski von der Universität Warschau in Polen auf Platz Eins, Dr. Bernhard Pfahringer von der neuseeländischen Universität Waikato auf Platz Zwei, den dritten Rang nehmen Dr. Dumitru-Julian Nastac und Adrain Costea vom Zentrum für Informatik in Turku, Finnland, ein. Insgesamt gingen zwanzig Lösungsvorschläge, unter anderem aus den USA und Brasilien ein.

Worum ging es bei der gestellten Wettbewerbsaufgabe? Bei den Daten, 29 realen Input-Größen sowie fünf realen Output-Größen, jeweils in 15-minütigen Zeitschritten aufgezeichnet, handelte es sich um umskalierte Betriebsdaten der Firma Schott Glas in Mainz zur Steuerung und indirek-

ten Qualitätsmessung einer Glasschmelze über einen Zeitraum von vierzehn Wochen hinweg, deren reale physikalische Bedeutung den Wettbewerbsteilnehmern verborgen blieb, denn sie sind - natürlich - Firmengeheimnis.

Die Messgrößen wurden den Wissenschaftlern jedoch in Rohform mitgeteilt, sie waren nicht vorbehandelt, von Störgrößen befreit oder rauschunterdrückt. Die Daten für die Modellierung aufzubereiten, war also Teil der Aufgabenstellung. Erschwerend kam hinzu, dass zwischen der Änderung eines Eingangssignals und der „Antwort“ der Glasschmelzwanne oft Stunden bis Tage vergehen können.

Für die beiden letzten zwei Wochen kannten die Wissenschaftler aber nur noch die realen Eingangsgrößen des Systems, sprich, die Steuerungsabsichten der Prozessingenieure und die mitunter unerwarteten, aber messbaren äußeren Einflüsse. Wie die Schmelze auf dieses reagierte, wurde den Wissenschaftlern nicht mitgeteilt.

Das Verhalten des Glasschmelze vorherzusagen, war ihre Aufgabe. Ihre Prognosen, ihre erdachten mathematischen Verknüpfungen zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen, wurden der Überprüfung mit der Empirie, den realen Werten, ausgesetzt. Den Siegern gelang eine über die Zeit gewichtete Abweichung des vorhergesagten Prozessverhaltens vom realen in Höhe von 0,3 Prozent.

Weitere Informationen:

PD Dr. Jens Strackeljan
Institut für Technische Mechanik
Graupenstraße 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel. 05323/722057, Fax 05323/72-2337
eMail: jens.strackeljan@tu-clausthal.de,

Dr. Katharina Lankers
SCHOTT GLAS
Mathematische Simulation und Optimierung
Tel. 06131/66-7260, Fax 06131/66-7389
eMail: katharina-lankers@schott.com

Umwelt- und industriellen Prozesskontrolle, Qualitätsüberwachung, Arbeitssicherheit, Biotechnologie sowie in der medizinischen Chirurgie, Diagnostik und Therapie wider.

Feierlicher Rahmen für die Preisverleihung bildete das InnovationsForum Photonik mit einem spannenden Vortragsprogramm hochrangiger Persönlichkeiten aus Wissenschaft und angewandter Forschung, die die enormen Potentiale Optischer Technologien an aktuellen Beispielen vorstellten. So gewährte Dr. Hentschel von der Volkswagen AG in Wolfsburg direkte Einblicke in den Brennraum moderner FSI-Motoren. Prof. Birngruber vom Medizinischen Laserzentrum in Lübeck erläuterte neueste Therapieverfahren in der Augenheilkunde und Prof. Demtröder die sehr empfindlichen Nachweistechiken der Laserspektroskopie, die es gestatten, sehr geringe Konzentrationen von Spurengasen in der Erdatmosphäre oder Verunreinigungen in Gewässern oder im Boden nachzuweisen. Einen bildreichen Bogen über „das Photon und seine Wirkung in unserer Gesellschaft“ spannte Prof. Welling vom Vorstand des Laser-Zentrums Hannover.

Der Kaiser-Friedrich-Forschungspreis sowie das InnovationsForum Photonik wurden vom niedersächsischen Kompetenznetz für Optische Technologien PhotonicNet, der TU Clausthal und der Firma Stöbich Brandschutz mit freundlicher Unterstützung der Stadt Goslar und der Sparkasse Goslar/Harz organisiert.

Kontakt Preisträger:

Prof. Dr. Martin Koch, Dipl.-Ing. Thomas Kleine-Ostmann
Institut für Hochfrequenztechnik,
TU Braunschweig,
Schleinitzstr. 22, 38106 Braunschweig
Tel.: +49 (0)531 391 2010 I
Fax: +49 (0)531 391 2045

Prof. Dr. Martin Hofmann, Dipl.- Ing. Stefan Hoffmann
Institut für Werkstoffe der Elektrotechnik,
Ruhr-Universität Bochum
Gebäude IC2/155, 44780 Bochum
Tel.: +49 (0)234 32 26514
Fax: +49 (0)23432 14166

Kontakt PhotonicNet GmbH:
Dipl. Biol. Anja Nieselt-Achilles
Marketing & Kommunikation
Geschäftsstelle Göttingen
Von-Ossietzky-Str. 99
37085 Göttingen
Tel.: 0551-30572 22
Fax: 0551-30572 11
E-Mail: anja.nieselt@photonicnet.de

Interessante Ansätze in der Modellbildung zur Steuerung einer Glasschmelze

Beim diesjährigen Wettbewerb der internationalen wissenschaftlichen Vereinigung EUNITE gelang es drei Teams, die zeitliche Entwicklung der fünf Antwortsignale einer Prozesssteuerung einer Glasschmelzwanne (bei 29 Eingangsgrößen) über einen Zeitraum von zwei Wochen hinweg vorherzusagen. Die - gewichtete - Abweichung der modellierten Werte von den realen lag bei 0,3 Prozent. Die Sieger stellten ihre Ergebnisse auf der EUNITE-Tagung vom 10. - 12. Juli im finnischen Oulu vor. Die Firma Schott Glas dankte mit einem Preisgeld in Höhe von 5000 Euro (1. Platz) 3000 Euro (2. Platz) und 1000 Euro für den dritten Platz. „Tatsächlich konnten wir die konkreten Prognosewerte für die Anlagenführung nicht verwenden, vielleicht, weil wichtige Einflußgrößen noch nicht erfaßt waren, aber die gewählten Modellansätze sind für uns von hohem Wert“, sagt Dr. Katharina Lankers, die von Seiten der Schott Glas den Wettbewerb ausrichtete.

EUNITE ist eine europäische Vereinigung von Wissenschaftlern an Hochschulen und in der Industrie und wird von der Europäischen Union mit dem Ziel gefördert, ein Netzwerk der Exzellenz zu bilden. EUNITE widmet sich der Verbesserung sogenannter intelligenter anpassungsfähiger Systeme. Die Modellierungskünste der Wissenschaftler werden alljährlich in einem Wettbewerb getestet. Die Koordination des Wettbewerbs liegt in den Händen von Privatdozent Dr. Jens Strackeljan vom Institut für Technische Mechanik der TU Clausthal.

Die Gewinner sind Marcin Wojnarski von der Universität Warschau in Polen auf Platz Eins, Dr. Bernhard Pfahringer von der neuseeländischen Universität Waikato auf Platz Zwei, den dritten Rang nehmen Dr. Dumitru-Julian Nastac und Adrain Costea vom Zentrum für Informatik in Turku, Finnland, ein. Insgesamt gingen zwanzig Lösungsvorschläge, unter anderem aus den USA und Brasilien ein.

Worum ging es bei der gestellten Wettbewerbsaufgabe? Bei den Daten, 29 realen Input-Größen sowie fünf realen Output-Größen, jeweils in 15-minütigen Zeitschritten aufgezeichnet, handelte es sich um umskalierte Betriebsdaten der Firma Schott Glas in Mainz zur Steuerung und indirek-

ten Qualitätsmessung einer Glasschmelze über einen Zeitraum von vierzehn Wochen hinweg, deren reale physikalische Bedeutung den Wettbewerbsteilnehmern verborgen blieb, denn sie sind - natürlich - Firmengeheimnis.

Die Messgrößen wurden den Wissenschaftlern jedoch in Rohform mitgeteilt, sie waren nicht vorbehandelt, von Störgrößen befreit oder rauschunterdrückt. Die Daten für die Modellierung aufzubereiten, war also Teil der Aufgabenstellung. Erschwerend kam hinzu, dass zwischen der Änderung eines Eingangssignals und der „Antwort“ der Glasschmelzwanne oft Stunden bis Tage vergehen können.

Für die beiden letzten zwei Wochen kannten die Wissenschaftler aber nur noch die realen Eingangsgrößen des Systems, sprich, die Steuerungsabsichten der Prozessingenieure und die mitunter unerwarteten, aber messbaren äußeren Einflüsse. Wie die Schmelze auf dieses reagierte, wurde den Wissenschaftlern nicht mitgeteilt.

Das Verhalten des Glasschmelze vorherzusagen, war ihre Aufgabe. Ihre Prognosen, ihre erdachten mathematischen Verknüpfungen zwischen den Eingangs- und Ausgangsgrößen, wurden der Überprüfung mit der Empirie, den realen Werten, ausgesetzt. Den Siegern gelang eine über die Zeit gewichtete Abweichung des vorhergesagten Prozessverhaltens vom realen in Höhe von 0,3 Prozent.

Weitere Informationen:

PD Dr. Jens Strackeljan
Institut für Technische Mechanik
Graupenstraße 1, 38678 Clausthal-Zellerfeld
Tel. 05323/722057, Fax 05323/72-2337
eMail: jens.strackeljan@tu-clausthal.de,

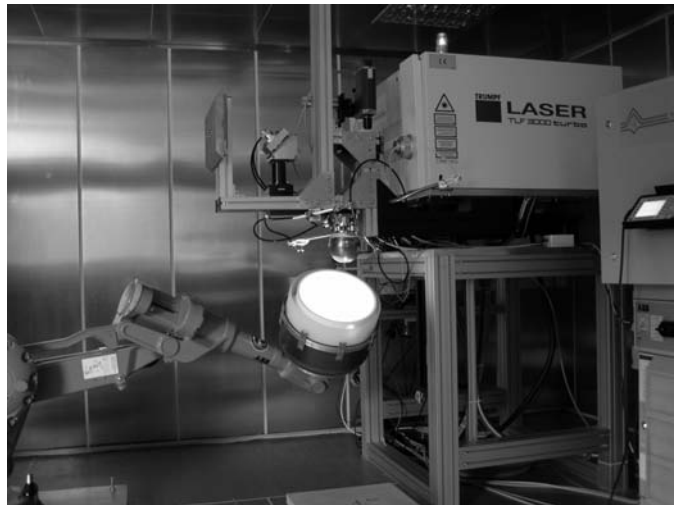
Dr. Katharina Lankers
SCHOTT GLAS
Mathematische Simulation und Optimierung
Tel. 06131/66-7260, Fax 06131/66-7389
eMail: katharina-lankers@schott.com

Patent mit großer wirtschaftlicher Bedeutung für die Halbleiterindustrie offengelegt

Das Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal entwickelt sich zu einem Forschungslabor der Halbleiterindustrie. Gemeinsam mit der Wacker-Chemie wurde im Mai von den Clausthaler Wissenschaftlern, Professor Jürgen Heinrich, Dr. Jens Günster und Dipl.-Ing. Sven Engler, ein Patent offen gelegt, welchen das Potential besitzt, einen wesentlichen Prozess der Halbleiterindustrie erheblich zu modernisieren.

Hierbei geht es um die Härtung der Innenseiten der Tiegel, in welchen die Materialien für die Waferherstellung erschmolzen werden. Bislang werden die Tiegel in Öfen behandelt. „Dabei sind aber minimale Verformungen des Tiegels und Metallverunreinigungen auf den Oberflächen der Innenseite des Tiegels oft nicht zu vermeiden“, beschreibt Professor Heinrich die Motivation zur Entwicklung ihres neuen Verfahrens. „Wir fahren die Innenseite der gesinterten Tiegel unter Vakuum mit einem energiereichen Kohlendioxidlaser-

strahl ab. Die Oberfläche des Tiegels schmilzt kurzzeitig auf und härtet glasartig aus. So vermeiden wir die Verformung des Tiegels und dessen Verunreinigungen“, sagt Professor Heinrich. In einem weiteren Labor wurde von der Wacker Chemie dem Institut ein 500 000 Euro teurer Ofen zur Verfügung gestellt, welcher zu weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten genutzt wird.



Härtung der Innenseiten der Tiegel mit einem Kohlendioxidlaser.

Ultrakurze Lichtpulse für die Grenzflächenforschung

Ein Lasersystem, das eingesetzt werden soll, um Grenzflächen mit einer Tiefenempfindlichkeit von nur wenigen Atomlagen zu untersuchen, ist am Institut für Physik und Physikalische Technologien in Betrieb genommen worden. Um Grenzflächeneigenschaften, die z.B. bei Halbleitermaterialien in der Mikroelektronik oder bei katalytisch aktiven Stoffen von entscheidender Bedeutung sind, mit Licht untersuchen zu können, werden in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Winfried Daum leistungsstarke Laserpulse aus Piko- und Femtosekundenlasern eingesetzt.

Das mit Mitteln der Volkswagenstiftung neu beschaffte Femtosekunden-Lasersystem soll als besonders intensive Lichtquelle zur Abbildung

von Oberflächen mit der Photoelektronen-Emissionsmikroskopie (PEEM) dienen. Der Einsatz des Titan-Saphirlasersystems ermöglicht neue Kontrastmöglichkeiten bei der Oberflächenabbildung wie zum Beispiel durch Zweiphotonen-Photoelektronenmikroskopie. Mit PEEM kann, im Unterschied zur Rastersondenmikroskopie, ein größerer Oberflächenbereich zeitgleich abgebildet werden. Eine der geplanten Anwendungen ist die Charakterisierung der lokalen elektronischen Struktur nanostrukturierter Oberflächen. Die Mikroskopie von Oberflächen unter Verwendung langsamer Elektronen wurde von Prof. Dr. Ernst Bauer im gleichen Institut entwickelt.

Eine zweite Anwendung des Lasersystems ist die

spektroskopische Untersuchung von Halbleitergrenzflächen mit der optischen Frequenzverdopplung. Der besondere Reiz dieser Methode liegt in der Möglichkeit, auch vergrabene Grenzflächen wie z. B. die technologisch wichtige Grenzfläche zwischen Silizium und darauf aufgetragenen Gateoxiden mit hoher Grenzflächenempfindlichkeit zu charakterisieren. Diese hohe Empfindlichkeit der Methode wurde bereits in früheren Veröffentlichungen der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Daum für das Silizium-Siliziumdioxid-System gezeigt. Jedoch war es wegen der geringen Pulsfrequenz des verwendeten Lasers nicht möglich, die Grenzflächen während der Oxidation spektroskopisch zu charakterisieren. Dies sollte nun mit der hundertfach größeren Pulsfrequenz des neuen Lasersystems möglich sein. Wesentliche Fragestellungen betreffen insbesondere die lokale Bindungsstruktur des Siliziums an der Grenzfläche sowie die atomare Rauigkeit der Grenzfläche. Diesbezügliche Erkenntnisse werden voraussichtlich auch für die Entwicklung und Optimierung neuer Dielektrika für Gateoxide relevant sein. ■

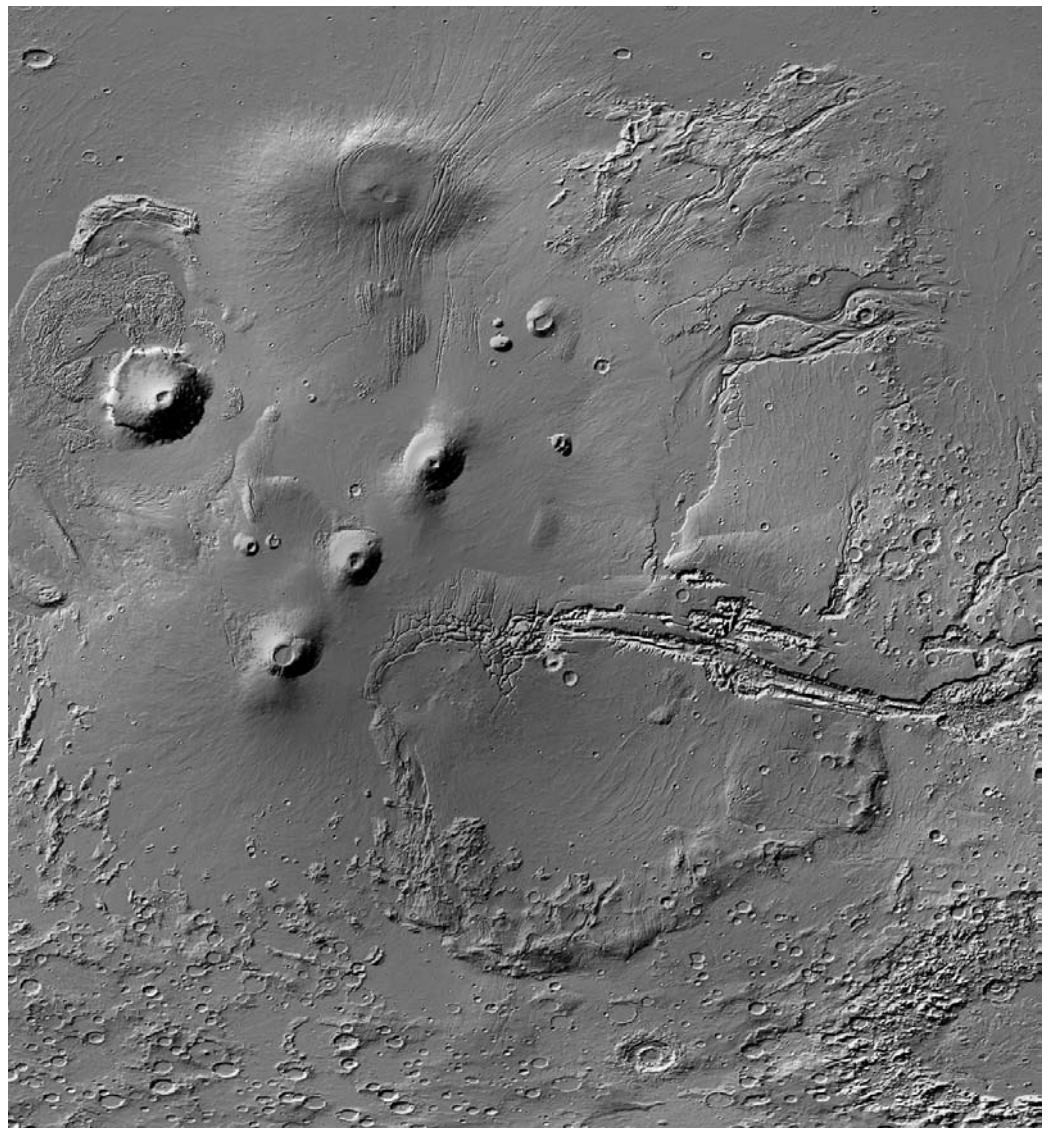
Was haben der Mars und Ostafrika gemeinsam?

Am 2. Juni startete die europäische Marssonde Express vom kasachischen Baikonur aus. Im Dezember dieses Jahres soll die Sonde den roten Planeten erreichen. Sie wird ihn ein Marsjahr lang (rd. zwei Erdjahre) umkreisen und ihre Aufzeichnungen zur Erde funken. 43 Wissenschaftler-Gruppen aus neun Ländern warten gespannt auf diese Nachrichten, unter ihnen auch Professor Dr. Peter Kronberg von der TU Clausthal, der gemeinsam mit dem Geologen Ernst Hauber vom DLR-Institut für Weltraumsensorik und Planetenerkundung in Berlin-Adlershof die Aufnahmen der neuen hochauflösenden Stereokamera (HRSC) auswerten will.

Mit dieser neuen Kamera sollen erstmals dreidimensionale Aufnahmen der Marsoberfläche mit einer seitlichen Flächenauflösung von zwölf Metern möglich werden. Ein zusätzlicher Kanal des Scanners wirkt wie eine Lupe. Auf zwei mal zwei Kilometern können Objekte bis zu einer Größe von zwei mal zwei Metern pro Pixel aufgenommen werden. Insgesamt soll etwa die Hälfte der Marsoberfläche photographiert werden.

Seit den 80er Jahren forscht Professor Kronberg auf dem Gebiet der geologischen Mars-erkundung. Ihn interessieren Strukturen der Oberfläche im Bereich der Tharsis Region. Dies ist eine sehr alte Region, die nach gegenwärtigem Stand bis zu 3.5 Milliarden alte Gesteinsformationen zeigt. Der weitspannigen Tharsis Aufwölbung aufgesetzt sind erloschene, teils aber noch aktive Vulkanbauten, welche bis zu 27 Kilometer in die Höhe ragen. Die durch Kräfte aus dem Inneren resultierende Verformung der Region ist durch weitreichende Bruchstrukturen (bis zu 5000 Kilometer lang und 200 Kilometer breit) gekennzeichnet. Sie entstanden durch Auf-

wölbung und Dehnung der Marskruste über großen aufsteigenden Magmenkörpern (hot spots) und ähneln in ihren Erscheinungsformen kontinentalen Krustenbrüchen Ostafrikas, einem lang-jährigen Forschungsobjekt des Geologischen Institutes der TU Clausthal. „Die vergleichende photogeologische Analyse von HRSC-Aufnahmen ausgewählter Zielgebiete mit Daten Ostafrikas wird Aufschluss darüber geben, ob auf Mars und Erde vergleichbare geodynamische Prozesse stattfanden“, sagt Professor Kronberg. ■



Das Bild zeigt die Tharsis Region. Die Schattierung wurde erzeugt, indem ein digitales Höhenmodell künstlich beleuchtet wurde. (Nord-Süd 7200 km, Ost-West, am Äquator, 7800 km). Quelle: Ernst Hauber, DLR.

Umweltverfahrenstechnik für mobile Systeme mit Professor Claußen besetzt

Professor Dr.-Ing. Michael Claußen kommt von der Fachhochschule Gießen-Friedberg als C3-Professur an die TU Clausthal für das Fachgebiet der Umweltverfahrenstechnik für mobile Systeme, zugleich übernimmt Professor Claußen die wissenschaftliche Leitung der Abteilung „Chemische Prozesse“ am Clausthaler-Umwelttechnik-Institut (CUTEC GmbH).

Für diese Aufgabe wird er an der TU Clausthal dauerhaft beurlaubt. Ernennung und Beurlaubung wurden am 17. April durch den Vizepräsidenten für Forschung und Hochschulentwicklung, Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Beck, ausgesprochen.

Professor Claußen wurde 1959 in Mannheim geboren, studierte, im Anschluss an den Wehrdienst, an der TU Clausthal von 1979 bis 1986 Chemie und promovierte im Jahre 1989. Für die Doktorarbeit entwickelte Claußen eine Testapparatur, mit der die Leistung von Katalysatoren für die Entstickung von Abgasen aus Großfeuerungsanlagen beurteilt werden konnte. Die Promotion fertigte Professor Claußen extern als Mitarbeiter des Forschungsinstituts der Didier-Werke in Wiesbaden an. Von dort wechselte er zur DEGUSSA AG an deren Forschungszentrum in Hanau. Zuletzt leitete er das dortige Katalyse-Technikum. Im Jahre 1993 kehrte Dr.-Ing. Claußen als Abteilungsleiter an die CUTEC GmbH nach Clausthal-Zellerfeld zurück. Im März 2001 nahm er den Ruf auf die Professur für Umwelt- und Sicherheitstechnik an der FH Gießen-Friedberg an. ■



Bei der Ernennung: (v.l.n.r.) Prof. Dr.-Ing. Otto Carlowitz, Geschäftsführer der CUTEC GmbH, Prof. Dr.-Ing. Hans. Peter Beck, Vizepräsident der TU Clausthal für Forschung und Hochschulentwicklung, Frau Prof. Dr. Gudrun Schmidt, Institut für Technische Chemie, in Stellvertretung des Dekan, Fachbereich Maschinenbau, Verfahrenstechnik und Chemie, Frau Claußen, Professor Dr.-Ing. Michael Claußen, Prof. Dr.-Ing. Albrecht Wolter, stellvertretender Dekan der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenbau.

Professur für Betriebsfestigkeit mit Fachmann zur Sicherheit im Schienenverkehr besetzt

Dr. Alfons Esderts, geboren 1963, wurde durch den Präsidenten der TU Clausthal, Prof. Dr. Ernst Schaumann, zum Professor für das Fachgebiet der Betriebsfestigkeit und dem Systemverhalten von Maschinen und Anlagen ernannt. Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts tritt die Nachfolge von Prof. Dr.-Ing. Harald Zenner am Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit an.

Am Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn AG in Minden leitete er zuletzt mit Personalverantwortung für rund 30 Mitarbeiter die Abteilung „Verifikation und Versuche Betriebsfestigkeit“. In Clausthal-Zellerfeld studierte Alfons Esderts von 1983 bis 1990 Maschinenbau und begann anschließend bei Prof. Dr. Harald Zenner als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Im Jahre 1995 legte er mit Untersuchungen zur

„Betriebsfestigkeit bei mehrachsiger Biege- und Torsionsbeanspruchung“ die Doktorprüfung ab. Danach ging Dr.-Ing. Esderts zum Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn AG in Minden, wo er zunächst die Aufgabe der Leitung der Gruppe Betriebsfestigkeit wahrnahm. Die Mindener Versuchsanstalt überprüft in Tests, Simulationen und Betriebsanalysen die Lebensdauer von Schienenfahrzeugkompo- ►

nenten aller Art, vom Radsatz bis zu ganzen Wagons für den Güter- und Personenverkehr.

Wer die Stichworte „Deutsche Bahn“ und „Überwachung der Lebensdauer und Sicherheit“ von Fahrzeugkomponenten hört, denkt unweigerlich an das Unglück vor fünf Jahren in Eschede, als ein ICE I vor einen Brückenpfeiler prallte. Hier auf angesprochen berichtet Professor Esderts: „Eschede war ein einschneidendes Erlebnis und hat uns allen die Bedeutung der Betriebsfestigkeit vor Augen geführt“. Da er mit seiner Abteilung keine Tests und Analysen mit dem Radsatztyp durchführen musste, ist eine Bewertung hierzu für ihn nicht möglich.

Das Fachgebiet der Betriebsfestigkeit steht im Wesentlichen vor drei Aufgaben: Zuerst muss ermittelt werden, wie groß die Belastungen in Summe sein werden, welchen ein Bauteil über seine Lebensdauer hinweg ausgesetzt ist. Im zweiten Schritt müssen Experimente konzipiert werden, die diese Lastzustände in Gänze aber drastisch reduzierter Zeit, beispielsweise 25 Jahre Lebensdauer in einem Prüfprogramm weniger Monaten komprimiert, nachbilden. Dem

zur Seite gestellt sind Simulationsmethoden zur theoretischen Abschätzung der Betriebsfestigkeit.

Professor Esderts will die in Clausthal gepflegte Forschung zur Betriebsfestigkeit mit dem Schwerpunkt im Kraftfahrzeugbau fortführen und den Bereich der Forschungsprojekte zu Schienenfahrzeugen, welcher schon in den letzten Jahren von Professor Zenner begonnen wurde, ausbauen. ■



Staffelübergabe in der Betriebsfestigkeit (v.l.n.r.): Prof. Dr.-Ing. Harald Zenner, Prof. Dr. Ernst Schaumann, Prof. Dr.-Ing. Alfons Esderts und Ehefrau Dipl. Math. Kirsten Geisler-Esderts.

Professor Kühn wurde in japanisches Endlagergremium berufen

Die in Japan für die Aufgabe der Endlagerung radioaktiver Abfälle zuständige Organisation NUMO hat Prof. Dr.-Ing. Klaus Kühn vom Institut für Bergbau der Technischen Universität Clausthal in ihr internationales Beratungsgremium ITAC (International Technical Advisory Committee) berufen. Dieses Beratungsgremium besteht aus neun Mitgliedern unterschiedlicher Nationen, in denen Programme zur Endlagerung radioaktiver Abfälle verfolgt werden.

NUMO sucht derzeit im gesamten Land Japan nach einem geeigneten Standort für ein Endlager für hochradioaktive Abfälle. Das Beratungsgremium ITAC hat dabei die Aufgabe, NUMO in allen technischen und wissenschaftlichen Fragen von Belang zu beraten, insbesondere bei Endlagerstrategien und -konzepten. NUMO sucht besonderen Rat bei dem Standortauswahlverfahren, bei den geologischen und technischen Barrieren, bei der Sicherheitsanalyse sowie bei Verfahren zur Vertrauensbildung.

Prof. Kühn ist seit nahezu vierzig Jahren auf dem Gebiet der Endlagerung radioaktiver Abfälle tätig und vertritt dieses Gebiet trotz seiner kürzlich erfolgten offiziellen Verabschiedung in den Ruhestand nach wie vor in Forschung und Lehre an der TU Clausthal. ■



Prof. Dr.-Ing. Klaus Kühn.

Juniorprofessorin in der Mathematik ernannt

Dr. Petra Huhn wurde, von der Universität Augsburg kommend, an der TU Clausthal zur Juniorprofessorin für Mathematik ernannt.

Frau Professor Huhn wurde 1967 in Leverkusen geboren, wuchs in Oelde in Westfalen auf und studierte von 1986 bis 1992 in Augsburg Wirtschaftsmathematik. Nach Abschluss des Studiums wurde sie Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Diskrete Mathematik, Optimierung und Operations Research bei Prof. Dr. Dieter Jungnickel (1993 bis 1996) und anschließend arbeitete sie in einem DFG-Projekt bei Prof. Dr. Karl Heinz Borgwardt. 1997 promovierte sie an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg.

Ihr Fachgebiet ist die lineare Optimierung, genauer, die theoretische Bestimmung der durchschnittlichen Rechenzeit verschiedener Verfahren, mit denen solche Aufgaben gelöst werden

können. Worum handelt es sich dabei? Optimierungsaufgaben stellen sich beinahe täglich im Wirtschaftsleben. Ein Beispiel: Ein Unternehmen stellt zwei Produkte her, die verschiedene Gewinnmargen und unterschiedliche Anforderungen hinsichtlich Zeit, Material- und Mitarbeiterinsatz zu ihrer Herstellung aufweisen. Ferner sei angenommen, der Markt biete für eines der Produkte nur eine bestimmte Aufnahmekapazität der Stückzahl. Die Aufgabe der Gewinnmaximierung sucht den optimalen Mix der Produktzahlen bei gegebenen Nebenbedingungen. Derartig überschaubare Probleme lassen sich noch einfach, „zu Fuß“, wie der Mathematiker sagt, lösen; komplexe Aufgaben mit mehreren Tausenden Variablen und Nebenbedingungen werden Softwareprogrammen übertragen. Für die Praktiker

ist es nun eine höchst wichtige Information zu wissen, wie lange denn nun das Softwareprogramm braucht, um die gestellte Aufgabe zu lösen? Seit den 50er Jahren wird hierfür die sogenannte Simplexmethode benutzt. Sie ist in den allermeisten Fällen sehr schnell, insbesondere verglichen mit der „Ellipsoidmethode“, einem Ende der 70er Jahre eingeführten neuen Verfahren. Mitte der 80er Jahre kamen dann die sogenannten „Innere-Punkte-Verfahren“ auf. Für alle diese Verfahren lässt sich der theoretisch denkbar schlechteste Fall angeben: Dabei weist das Simplex-Verfahren ein exponentielles Wachstum der benötigten Zeit zur Problemlösung als mögliche obere Schranke auf, wohingegen die Ellipsoidmethode und die „Innere-Punkte-Verfahren“ in der Theorie zu wesentlich günstigeren Werten führen. Im tatsächlichen Einsatz aber ist die Ellipsoidmethode deutlich langsamer als das, nur in der Theorie schlechtere, Simplex-Verfahren und für die „Innere-Punkte-Verfahren“ wurden erst in den 90er Jahren zum Simplexverfahren konkurrenzfähige Computerprogramme entwickelt. Frau Professor Huhn konnte nun eine mathematisch überzeugende Begründung für diesen, auf den ersten Blick paradox erscheinenden Sachverhalt finden. Der Praktiker, der vor der Aufgabe steht zu entscheiden, welches Verfahren oder welche Software er einsetzen soll, kann so besser beurteilen, welches der in Frage kommende Programme für seine spezifische Arbeitssituation das geeignetere ist.

Für ihre Leistungen wurde Frau Professor Huhn im Jahre 1999 mit einem bayrischen Förderpreis und im Dezember vergangenen Jahres mit dem Robert-Sauer-Preis ausgezeichnet. ■



Im Präsidium: (v.l.n.r.) Prof. Dr. Wolfgang Klotz, Institut für Mathematik, Prof. Dr. Ernst Schaumann, Präsident, Frau Prof. Dr. Petra Huhn, Prof. Dr. Dieter Mayer, Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät, Dirk Wieczorek, Verwaltung.

Von der Mineralogie zur Softwareentwicklung für die pharmazeutische Industrie

Privatdozent Dr. Bernd Prause wurde durch den Präsidenten der TU Clausthal, Prof. Dr. Ernst Schaumann zum außerplanmäßigen Professor ernannt. Professor Prause ist Leiter der Abteilung Wissenschaft und Technologie der CyBio AG in Jena. Die CyBio AG entwickelt, produziert und vertreibt Hightech-Automatisierungsplattformen für die pharmazeutische Forschung weltweit.

Professor Prause studierte an der TU Clausthal Geologie (1978 - 1985). In seiner Diplomarbeit, die er am Institut für Meeresforschung in Bremerhaven durchführte, befasste er sich mit Fra-

gen zur Freisetzung der Schwermetalle Blei und Cadmium aus Sedimentmaterial der Unterweser, welches als Baggergut in der Nordsee verklappt wird. In seiner Promotion (1987) wandte er sich der Verwertung von Schlacken und Aschen aus Großfeuerungsanlagen in der Baustoffindustrie zu. Sein Arbeitsschwerpunkt lag in der mikrochemischen Untersuchung des Reaktionsverhaltens verschiedener Steinkohlen-Flugaschen, die als Zusatzstoffe für die Herstellung von Beton verwandt werden. Die Arbeit wurde von Prof. Dr. Karl Kautz, VGB - Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V. in Essen betreut. Von 1987 - 1989 befasste sich Professor Prause

als Mitarbeiter am Institut für Rohstofforientierte Meeresforschung mit der schmelzflussmetallurgischen Aufbereitung ozeanischer Manganerzkrusten und nahm im Jahr 1989 an der Forschungsfahrt SONNE 56 zum Okinawa Trog vor der japanischen Küste teil. Während dieser Fahrt gelang die spektakuläre Entdeckung einer silberhaltigen Erzlagstätte am Meeresboden.

In den Folgejahren arbeitete er als Assistent von Prof. Dr. Dr. h.c. Georg Müller am Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe. Herr Prause befasste sich schwerpunktmäßig mit Fragen der Technischen Mineralogie. Mit seinen Arbeiten auf dem Gebiet der Modellierung von Oberflächenabdeckungen für nordthüringische Rückstandshalden aus der Kaliproduktion habilitierte er sich im Jahr 1996 und erhielt die Venia Legendi für das Fachgebiet Angewandter Mineralogie.

Im Anschluss erlitt er das Schicksal mancher Privatdozenten. Als stellenloser Dozent setzte Herr Prause seine wissenschaftlich Arbeit am Institut fort und zeigte ein sehr hohes Lehrerethos. In dieser Zeit bot ihm Prof. Dr. em. Dr. h. c. Georg Müller die Chance, in der Reformwerkstatt der TU Clausthal, einem von der Volkswagen-Stiftung geförderten Projekt mitzuarbeiten.

Heute steht Professor Prause erneut an einer Schnittstelle zwischen industrieller Innovation und anwendungsbezogener universitärer Forschung. Bei der CyBio AG besteht seine Hauptaufgabe darin, neue Geschäftsfelder und neue Technologien zu erschließen. Hierfür kooperiert die CyBio AG unter seiner Leitung in mehreren, öffentlich geförderten Vorhaben, die zurzeit in enger Verzahnung mit universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen durchgeführt werden.

An der TU Clausthal bietet Professor Prause die zweisemestrige Vorlesung „Angewandte Mineralogie“ an. ■



(v.l.n.r.) Prof. Dr. H.-D. Gursky, Prof. Dr. D. Mayer, Prof. Dr. W. Blendinger, Prof. Dr. E. Schaumann, Prof. Dr. B. Prause, Frau Prause, Prof. Dr. K. Mengel, Prof. em. Dr. Dr. h.c. G. Müller, Prof. Dr. K. Kautz.

Dr. Axel Saipa zum Honorarprofessor an der Technischen Universität Clausthal bestellt

Der Präsident der TU Clausthal Prof. Dr. Ernst Schaumann bestellte am 10. Juli Dr. jur. Axel Saipa, LL.M. zum Honorarprofessor. Dr. Saipa erfülle in idealer Weise die Anforderungen, zitierte der Präsident Professor Dr. Ernst Schaumann aus einem der Gutachten anlässlich der Bestellung Dr. Saipas zum Honorarprofessor im Senatssitzungszimmer der Universität und dankte Professor Saipa für dessen Engagement in der Lehre. Professor Saipa seinerseits stellte in seinem Vortrag die historische Entwicklung der Grundsätze des Verwaltungshandelns schlaglichtartig dar und sagte zu, sein Engagement in der Lehre noch zu intensivieren.

Saipa hatte 1976/77 und 1986 bis 1989 Lehraufträge an der damals noch jungen juristischen Fakultät der Universität Hannover für „Einführung in die juristischen Berufe“, „Aufgaben der Verwaltung“ und „Polizei- und Ordnungsrecht“. Letzteres unterrichtete er auch von 1983 bis 1987 an der Leibniz-Akademie Hannover. Seit dem Sommersemester 1998 bis heute hält er an der TU Clausthal die Vorlesung „Projektmanagement und Behörden-Verfahrensmanagement für Ingenieure, Wirtschaftsingenieure und Naturwissenschaftler“. Seit dem Wintersemester 2002 lehrt Saipa auch „Wirtschaftsverwaltungsrecht“ am Fachbereich Recht der Fachhochschule in Wolfenbüttel.

Saipa machte sein Referendarexamen 1968 und sein Assessorexamen 1972. Von 1968 bis 1969 war er „post graduate student“ an der Law School der University of California in Berkeley, wo er 1969 den „Master of Laws“ erwarb. 1972 begann er seine Verwaltungslaufbahn als Regierungsassessor im Justizministerium in Hannover, wo er 1974 zum Regierungsrat ernannt wurde. Dann arbeitete er vom Sommer 1974 bis zum Frühjahr 1975 ein knappes Jahr beim NDR in Hamburg, um dann an die „Verwaltungsfront“ zu wechseln. Von 1975 bis 1980 war er Dezernent und Dezernatsleiter bei der Bezirksregierung Hannover, wo er 1975 Oberregierungsrat und 1978 Regierungsdirektor wurde. 1980 wählte ihn der Rat der Stadt Lehrte zum Stadtdirektor. Nach knapp zwölf Jahren als Hauptverwaltungsbeamter dieser Stadt im früheren Landkreis Hannover wechselte er im Sommer 1992 nach seiner Wahl durch den Kreistag als Oberkreisdirektor zum Landkreis

Goslar. Im Dezember 1998 berief ihn die Niedersächsische Landesregierung zum Regierungspräsidenten des Regierungsbezirks Braunschweig. Nach dem Regierungswechsel am 4. März 2003 wurde Saipa am 7. April 2003 in den einstweiligen Ruhestand versetzt.

In den zurückliegenden drei Jahrzehnten hat Saipa, der auch Mitglied des Landesjustizprüfungsamtes für die große juristische Staatsprüfung ist, zahlreiche juristische Arbeiten veröffentlicht, so einen Kommentar zum Niedersächsischen Gefahrenabwehrgesetz und Aufsätze zu ordnungsrechtlichen, kommunal-rechtlichen und sonstigen öffentlich-rechtlichen Themen.

In den langen Jahren seiner Tätigkeit als Behördenchef in Lehrte, Goslar und Braunschweig

wirkte Axel Saipa in vielen Aufsichtsräten, Kuratorien, Stiftungsvorständen und Gremien der kommunalen Selbstverwaltung mit. Zu nennen sind aus Saipa's Braunschweiger Zeit insbesondere die beiden öffentlichrechtlichen Stiftungen „Braunschweiger Kloster- und Studienfonds“ und „Braunschweig-Stiftung“, deren Vorsitzender er als RP war, und die privatrechtlichen Stiftungen „Nord/LB-Öffentliche“ und „Sport und Kultur“, deren Vorständen er angehörte.

Saipa hat vor, seine Lehrverpflichtungen in Clausthal und Wolfenbüttel im Laufe der nächsten Zeit in Abstimmung mit den Hochschulgremien noch auszuweiten. Auch die Weiterarbeit an den Kommentaren und einige andere wissenschaftliche Projekte stehen an.



Prof. Dr. Ernst Schaumann (li.) bestellte Dr. Axel Saipa zum Honorarprofessor an der TU Clausthal.

Experte für Tagebautechnik zum Honorarprofessor bestellt

Dipl.-Ing. Karl-Josef Robert Pierschke wurde am 3. Februar durch den Präsidenten Professor Schaumann zum Honorarprofessor bestellt.

Von 1976 bis 2001, dem Zeitpunkt seines Eintrittes in den Vorruhestand, war Professor Pierschke bei der Rheinbraun AG für die Stand-sicherheit von Böschungssystemen verantwort-lich; im Jahr 1977 wurde ihm Handlungsvoll-macht für den Bereich Bergbau verliehen und im Jahre 1988 kam die Handlungsvollmacht für die Rheinbraun - Engineering und den Bereich der Auslandsberatung im Bereich der Tagebautech-nik zu seinem Aufgabenfeld hinzu.

In wegweisenden Veröffentlichungen hat sich Professor Pierschke mit der Standfestigkeit von Böschungssystemen befasst. Er konnte darin die Bedeutung der geologischen Verhältnisse, der Scherfestigkeiten und der Berechnungsverfahren, unterfüttert um Beispiele aus der Tagebau-praxis überzeugend darlegen. Pierschke führte die Berücksichtigung seitlicher Stützkräfte an einem räumlich begrenzten Gleitkörper in die Tagebautechnik ein; die darauf begründete und von ihm seinerzeit so genannte „Fensterstechnik“ hat sich seit zwei Jahrzehnten in der Praxis bewährt.

Im Laufe seiner Tätigkeit war er besonders mit der Analyse von Rutschungen befasst. Professor Pierschke integrierte Methoden aus der Inge-nieurgeologie, der Hydrogeologie, der Gebirgs-mechanik und der Tagebautechnik und erarbeite ein theoretisches Verfahren zur Erzielung eines ausreichenden Sicherheitsniveaus. Für Standsi-cherheitsanalysen beobachtete er mittels Georobt und Inklinometermessungen die Verschiebungen

der Böschungen und ermittelte in Feldversuchen die Kohäsionswerte weicher Kippenmassen. Die hieraus ermittelten Werte waren nur halb so hoch wie diejenigen aus Laborversuchen und Flügel-sondierungen. Die daraus entwickelten Regeln für das Anlegen von Kippen haben sich seit über 15 Jahren bewährt.

Professor Pierschke kooperierte für betriebsinter-ne Untersuchungen der Rheinbraun AG u.a. mit der Universität Karlsruhe (TH).

Von 1978 – 1996 hielt Professor Pierschke Vorle-sungen zur Gebirgsmechanik an der TU Berlin und unterrichtete Tagebau-Ingenieure in der Tür-kei (1986) und in Griechenland (1994 und 2000). Seit 1997 hält Professor Pierschke Vorlesungen an der TU Clausthal. ■



Im Präsidium: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Busch, Prof. Dr.-Ing. Herbert Grill, Prof. Karl-Josef Robert Pierschke, Frau Pierschke, Prof. Dr. Ernst Schaumann, Prof. Dr.-Ing. Norbert Meyer, Prof. Dr.-Ing. Lux, Prof. Dr.-Ing. Barth.

Prof. Dr. Harald Zenner Vorsitzender des DVM

Auf der Mitgliederversammlung des Deutschen Verbandes für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM) am 7. Mai in Berlin wurde Professor H. Zenner zum Vorsitzenden für die Amtszeit von

2004 bis 2006 gewählt. Der DVM besitzt eine mehr als einhundertjährige Geschichte und hat sich insbesondere auf dem Gebiet der zerstörenden und der zerstörungsfreien Prüfung große

Verdienste erworben. Seine Hauptaufgabe sieht der Verband im Wissenstransfer zwischen Forschungsinstitutionen und der Industrie. ■

Professur für Messtechnik wieder besetzt

Herr Dr.-Ing. Martin Vossiek, Jahrgang 1964, wurde vom Präsidenten der TU Clausthal, Professor Dr. Ernst Schaumann, am 21. August zum Professor für Messtechnik ernannt. Professor Vossiek kommt von der Siemens AG in München an die TU Clausthal, wo er zuletzt als Leiter der Fachgruppe Mikrowellensensoren und Höchstfrequenzsysteme und des Technologiezentrums für hoch integrierte Mikrowellen-Module mit 20 Mitarbeitern Sensor- Identifikations- und Kommunikationssysteme entwickelte.

Professor Vossiek studierte von 1984 bis 1991 Elektrotechnik an der Ruhr-Universität in Bochum und wurde im Jahre 1995 für seine bei Professor Dr.-Ing. H. Ermert am Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik angefertigte Dissertation zu einem „Luftultraschall-Mehrwandlersystem zur lageunabhängigen Objekterkennung für die industrielle Automation“ promoviert.

Für seine Leistungen wurde Martin Vossiek mehrfach ausgezeichnet, so u.a. im Jahr 1996 mit dem European Microwave Award für den besten Beitrag und die beste Präsentation auf der Europäischen Mikrowellen Konferenz in Prag und 1998 als Sieger des internationalen Siemens Business Plan Wettbewerbs für Mikroelektronik.



Professor Martin Vossiek (zweiter von links) mit dem Präsidenten, Professor Ernst Schaumann (li.) und seinem Vorgänger im Amt, Professor Eike Mühlenfeld bei der Ernennung im Präsidium.



Honorarprofessor Dr.-Ing. Carl Walther verstorben

*Von Wolfgang Busch**

Nach kurzer Krankheit verstarb am 19. Dezember 2002 Honorarprofessor und Markscheider Dr.-Ing. Carl Walther wenige Monate vor seiner Pensionierung im Alter von 64 Jahren.

Prof. Walther hat nach seinem Studium des Markscheidewesens an der Bergakademie Clausthal (1964) und der Ernennung zum Assessor des Markscheidefachs 1967 zunächst eine Tätigkeit beim ehemaligen Steinkohlenbergbauverein in Essen aufgenommen bevor er 1968 als Wissenschaftlicher Mitarbeiter und Assistent am Institut für Markscheidewesen der TU seine wissenschaftliche Laufbahn begann. Bereits 1972 verteidigte er erfolgreich seine Dissertation mit dem Titel „Experimentelle Ermittlung von vertikalen Spannungen in Grubenpeilern aus Hartsalz“. Die hiermit begonnenen Forschungsarbeiten im Bereich der Bergschadenkunde baute er mit großem Engagement als Oberingenieur des Institutes (ab 1972) weiter aus, die ihm eine hohe Anerkennung in Forschung und Praxis verschafften. Seine große Fachkenntnis und gestalterische Weitsicht führten 1980 zur Übernahme der Aufgaben eines Markscheiders bei der Deutschen Gesellschaft

zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH (DBE). Hier wuchs in dem kurz zuvor gegründeten Unternehmen unter seiner fachlichen Führung eine auf die besonderen Belange der Endlagerung spezialisierte Markscheideri heran, die schließlich neben der Zentralmarkscheideri auch drei Werksmarkscheiderien auf den Bergwerken bzw. Endlagern umfasste. Neben den klassischen markscheiderischen Arbeiten übernahm er auch die Führung der geologischen und geotechnischen Beweissicherungsaufgaben.

Trotz dieser ihn sehr beanspruchenden Aufgaben nahm er ab 1981 einen Lehrauftrag an der TU an, zunächst über Darstellende Geometrie, später über die Erfassung und Verarbeitung von Gebirgsbewegungsdaten und nach der Verleihung der Würde eines Honorarprofessors (1991) über die Überwachung und Dokumentation untertägiger Deponien. Sein starker wissenschaftlicher Bezug in Verbindung mit der Lösung komplexer Probleme bei der Endlagerung finden seinen Niederschlag in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen und Vorträgen, in seiner langjährigen engagierten Arbeit in markscheide-

rischen Fachnormenausschüssen und nicht zuletzt auch in seiner fast zehnjährigen Tätigkeit als Schriftleiter der Fachzeitschrift „Das Markscheidewesen“. Gerade aus den Anforderungen seiner praktischen Tätigkeit heraus war Prof. Walther immer ein starker und praktizierender Verfechter interdisziplinärer Problemlösungen unter Einbindung geowissenschaftlicher, geotechnischer, bergbaulicher und markscheiderischer Kompetenzen. Dieser ganzheitliche Ansatz zusammen mit seiner großen menschlichen Ausstrahlung haben viele Studentengenerationen und Kollegen maßgeblich beeinflusst.

Prof. Walther hatte beruflich seinen bevorstehenden Ruhestand vorbereitet und sich für diese Zeit sehr viele interessante Fachaufgaben auch zusammen mit dem Institut für Geotechnik und Markscheidewesen vorgenommen, als er jäh aus dem Leben gerissen wurde. Sein Tod stellt für das Markscheidewesen in Deutschland und die TU Clausthal einen großen Verlust dar.

**Der Autor ist Professor am Institut für Geotechnik und Markscheidewesen.* ■

DER „OBERSTEIGER“ IST TOT

Professor i. R. Dr. rer. nat. habil. Bernhard Zimmermann verstarb, gerade 68jährig, am 9. August dieses Jahres in Hildesheim. Er war von 1972 bis 2000 Hochschullehrer der Angewandten Mechanik am Institut für Technische Mechanik der Technischen Universität Clausthal.

Geboren 1935 in Olpe, studierte er Bergbau an der TH München und der Bergakademie Clausthal, an der er 1961 das entsprechende Diplom erwarb. Er arbeitete zunächst einige Jahre im Tal-sperrenbau, bevor er als Wiss. Assistent an seine *Alma mater* zurückkehrte, vom ersten Instituts-leiter der „Technischen Mechanik“ Professor Manfred Schäfer gerufen, unmittelbar nachdem das vormalige Institut für Mathematik und Mechanik aufgelöst worden war und beide Ein-zelinstitute separat gebildet wurden. Hier am Institut für Technische Mechanik – damals noch aus historischen Gründen der Fakultät I zugehö-rig – erfolgte 1967 die Promotion, 1972 die Habilitation für das Fach „Angewandte Mecha-nik“. Vor der Ernennung zum apl. Professor 1974 war er jahrelang Oberingenieur des Instituts gewesen – daher sein Spitzname. Mit dem neuen Niedersächsischen Hochschulgesetz wurde er 1978 planmäßiger Professor.

„Wissenschaft, Forschung und Lehre waren sein Leben“ – mit diesem Zitat aus der Todesanzeige ist knapp umrissen, was ihm seine Arbeit bedeu-tete.

Ehemals „dummer Bergmann“ (als den er sich gern selbstironisch sah), hat er es mit Ehrgeiz und Ausdauer geschafft, sich weitgehend autodi-aktisch umfassendes Wissen auf mathematisch-physikalischem Gebiet anzueignen. So wurde er im Laufe der Jahre allgemein anerkannter akade-mischer Lehrer und Forscher, wobei er immer seinen und den Wurzeln der TU Clausthal treu blieb: dem Bergbau und dem Hüttenwesen. Dies spiegelt sich u.a. in seinem breiten Forschungs-spektrum wider; einige Stichworte hierzu:

Gefrierschachtverfahren, Dimensionierung von Grubenausbauen, Böschungsberechnungen; Biegedrillknickverhalten von Bohrgestängen, Bohr-kleintransport beim Horizontalbohren; Rissbil-dung beim Stranggießen, Strömungsberechnun-gen in flüssigen Metallen; Strömung in Ansaug-leitungen von Brennkraftmaschinen, Fließverhal-ten von Schüttgütern, Statiken von Industrieöfen.

In der Lehre hat er neben den Grundlagen der Technischen Mechanik auch Themen wie „Kon-tinuumsmechanik“, „Elastizitäts- und Plastizi-



Im Schneegestöber über die „A-Roe“ - ein Abschied als zweiter Doktorumzug

tätstheorie“, „Höhere Festigkeitslehre“, „Bausta-tik“, „Mathematische Methoden“, „Strömungen im Porenraum“ abgedeckt.

Generationen von Studenten – vorwiegend „seine“ Berg- und Hüttenleute, aber auch Maschinenbauer, Technomathematiker u.a. – haben seine Schule durchlaufen; mündliche Prü-fungen, bei denen es nicht immer zimmerlich zunging, haben den akademischen Werdegang von so manchem geprägt und entscheidend beein-flusst. Für den jungen Mitarbeiter, der dann Bei-sitzer spielen durfte, waren sie von hohem Unter-haltungswert, aber auch sehr lehrreich. Bergmän-nisch direkt und grob konnte er sein – und er war es zeitweise gern. Wer die Sprache verstand, war gut dran; mancher war schockiert, zumindest anfangs. Trotz allem: Er war bei den allermeisten ausgesprochen beliebt.

Davon zeugen die zahlreichen, auch freund-schaftlichen, Kontakte zu ehemaligen Studenten sowie die zahlreichen Forschungsaufträge, die teils durch leitende Persönlichkeiten, auch ehe-malige Clausthaler, zustande kamen.

Es machte ihm sichtlich Freude, von seinem gro-ßen Wissen abzugeben.

Achtzehn Doktoranden hat er zur Promotion geführt – auch hier ein buntes Spektrum der The-menvielfalt. Alle waren sie anwesend, teils von weither, um seinen 65. Geburtstag im Februar 2000 in der Pixhaier Mühle zu feiern. Dieses ein-malige Zeichen der Verbundenheit spricht wohl Bände.

Unvergessen auch seine „Abschiedsvorlesung“ im gleichen Monat im gut gefüllten Audimax, im Auditorium auch eine beachtliche Zahl von ihm besonders verbundenen Professorenkollegen, mit anschließender Abholung mit Umzug durch die Stadt!

Sein Dienstzimmer sieht so aus, als sei es nur kurz verlassen worden: Die Tasse steht bereit, mit Kaffee gefüllt zu werden; der „Bronstein“ ist noch aufgeschlagen..

Lothar Schmidt

Die wahre Geschichte des Club of Rome

Mit den Feuersteinen fing alles an

Von Hans-Joachim Bunge*

Es ist ein weit verbreiteter Irrtum, dass der Club of Rome 1968 in Rom gegründet worden sei. Richtig ist vielmehr, dass er bereits im Jahre 5096 v.Chr. von acht Feuersteinhändlern auf der Insel Rügen gegründet wurde. Die belieferten damals die High-Tech-Industrie in Rom (daher der Name Club of Rome) mit dem High-Tech-Werkstoff Feuerstein. Man befürchtete, dass die Ressourcen an Feuerstein (auf Rügen und anderswo in der Welt) zur Neige gehen könnten. Dann würde die Menschheit aus dem High-Tech-Zeitalter der Steinzeit (basierend auf dem härtesten bekannten Werkstoff, Feuerstein) vielleicht wieder in die Affenzeit zurück fallen. Also ließen die acht Feuersteinhändler nach einem mathematischen Modell die Reichweite der Ressourcen der Welt an Feuersteinen berechnen und teilten untereinander die Lieferquoten (von Rügen nach Rom) auf. Das Modell erwies sich über mehrere Jahrtausende als äußerst zuverlässig und hervorragend für's Geschäft. Dann allerdings wurde es plötzlich durch ein unvorhergesehenes und daher unberechenbares Ereignis zunichte gemacht. In einem kleinen Dorf in Anatolien hatte ein fauler Töpferlehrling die Anweisungen seines Meisters missachtet und hatte den Brennofen vor dem Brand nicht gesäubert. Vielmehr hatte er sogar den grünlichen Abfallkies, den der Meister sorgsam aus dem Ton ausgesiebt hatte, wieder in den Ofen geworfen. Dadurch wurden die gebrannten Töpfe fleckig, und in der Asche blieben bräunliche Klumpen zurück. Der Lehrling erhielt dafür, wie es damals noch guter Brauch war, von seinem Meister eine gehörige Tracht Prügel. Da er aber ein schlaues Bürschchen war, sammelte er die braunen Klumpen aus der Asche ein, band sie an Streifen aus Ziegenleder und sagte es seien „Bronzeamulette“. Damit gewann er die Gunst aller Mädchen des Dorfes. So kam es unerwarteter Weise zum Ausbruch der Bronzezeit. Für den Feuersteinhandel und seine prominentesten Vertreter, den „Club of Rome“ war das natürlich fatal. Alle Damen wollten jetzt Bronzeamulette und das Militär wollte nur noch Bronzeschwerter und -spieße. Feuerstein war „out“. Die noch vorhandenen Ressourcen waren über Nacht wertlos geworden. Aber flugs stellten sich die Händler des Club of Rome von Feuerstein auf Bronze um. Sie ließen wieder die Ressourcen – jetzt aber von Kupfer und Zinn – berechnen und legten ihre individuellen Lieferquoten fest. Es zeigte sich sogar, dass man das gleiche mathematische Modell wie früher beim Feuerstein benutzen konnte, wenn man nur andere geeignete Parame-

ter einsetzte. Das Modell war eine einfache Exponentialfunktion, die bei abnehmenden Ressourcen steigende Preise garantierte. Der grüne Abfallkies, der früher aufwendig entsorgt werden musste, (siehe oben) war auf einmal zu einem begehrten Rohstoff geworden. Auch das Bronzmodell blieb für einige Jahrtausende gültig, bis durch ein neues „unerwartetes Ereignis“ das Eisen in's Spiel kam. Aber der Club of Rome war ja jetzt bereits darauf vorbereitet. Sie setzten wieder neue geeignete Parameter in das altbewährte Modell ein und handelten von nun an eben mit Eisen. Allerdings wurden jetzt die Abstände zwischen den unvorhergesehenen Ereignissen immer kürzer, und man musste immer häufiger neue Parameter erfinden, um das alte Modell weiter benutzen zu können. Als zum Beispiel das Holz für Kienspäne für die Beleuchtung knapp zu werden begann, und demzufolge die Preise im Kienspanhandel lukrativ anzogen, machte ihnen ein gewisser Edison mit seinen neuen „Dauerbrennern“ das Geschäft kaputt. Kaum wurde das Eisen knapp, so dass es einen guten Gewinn abzuwerfen versprach, kamen große Mengen von Aluminium auf den Markt, dann kamen Kunststoffe – in immer kürzeren Abständen immer neue. Ja, man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, dass es eine gewisse Clique von Aufsässigen gab, die es geradezu darauf abgesehen hatte, systematisch nach unvorhersehbaren Ereignissen zu forschen und diese dann auch noch absichtlich herbeizuführen, so dass das Ressourcenmodell immer wieder über den Haufen geworfen wurde. Allen voran die Physiker! Durch deren Machenschaften ist es dem Club of Rome schon fast unmöglich geworden, das Ende der zivilisierten Menschheit verlässlich vorherzubestimmen. Es ist kurios! Die Physiker machen sich ansonsten anheischig „Alles und Jedes“ in der Natur zu berechnen. Aber dem Club of Rome verderben sie die Berechenbarkeit der Ressourcen der Menschheit. (Sie behaupten die Physik sei die größte „Ressource“ der Menschheit, die sogar noch beständig wächst, je mehr man von ihr verbraucht).

Die Berechnung des Unberechenbaren

Das konnte der Club of Rome nicht länger hinnehmen. Sie mussten zurückschlagen! Sie trafen ein geheimes Abkommen mit einem der prominentesten unter den Physikern, einem gewissen Niels B. (der volle Name ist der Redaktion

bekannt). Der hatte sich in seiner Jugend große Verdienste um das Berechnen von Atomen erworben. Niels hatte aber schon immer einen geheimen Hang zur Mystik, was wohl auf die langen, dunklen Winterabende in seiner Heimat im hohen Norden zurück zu führen ist. Den Hang zur Mystik konnte er aber in der klassischen Physik (zumindest bis seine Berufung zum ordentlichen Professor unter Dach und Fach war) nicht offen ausleben, und so freute er sich jetzt besonders über das Abkommen mit dem Club of Rome, das ihm dazu willkommene Gelegenheit gab. Wie im Norden üblich, warf er die Runen und weissagte daraus, dass das liebste Spielzeug der Physiker, das Elektron, für immer unberechenbar sei! Einige seiner Kollegen wandten zwar zaghaft ein, dass künftige Physiker, nachdem sie verborgene Parameter aufgestöbert hätten, das Elektron vielleicht doch würden berechnen können. Aber das ließ der große Niels nicht gelten. Gemeinsam mit seinen beiden Eleven, Bob und Alice, schlug er Elektronen wie Ping-Pong Bälle in alle Richtungen, und immer wenn einer der Physiker hinterher hastete, war Bob - oder war es Alice - schon da und rief „ich bin all hier“. Diese Methode war keineswegs neu. In der Tat war sie bereits vor über vierzig Millionen Jahren von einem cleveren Igelpärchen (kurz nach dem Ende der Saurier) erfunden worden. Die tricksten damals einen flinken aber nicht sehr klugen Hasen damit aus. Niels, mit seinen Assistenten Bob und Alice, trieb die Methode allerdings auf die Spitze. Er schickte Bob und Alice, nachdem er sie feierlich verschränkt hatte, an entgegengesetzte Enden des Universums und behauptete, dass ihr Elektronen Ping-Pong trotzdem in Null-Zeit funktionierte. Das machte einen anderen ganz großen Physiker, Albert E. (der Redaktion ebenfalls bekannt) stutzig. Der hatte nämlich herausgefunden, dass kein Hase schneller laufen konnte als das Licht. (Im Gegensatz zu Niels B. wurde er dadurch auch einer breiten Öffentlichkeit bekannt). Bei Niels' Ping-Pong musste es sich also um einen Trick handeln. Niels B. und Albert E. stritten darüber bis an ihr Lebensende. Bob und Alice aber, da sie nicht gestorben sind, spielen ihr Ping-Pong (inzwischen sogar mit allen möglichen, auch größeren Gegenständen) munter weiter. Das Elektron bleibt also weiterhin unberechenbar und der Club of Rome hatte seine Rache. Die Physiker mussten die alte Weisheit erkennen: „Was Du nicht willst, das man Dir tu“, das füg' auch keinem andern zu!“

Aber die Physiker können das Berechnen nicht lassen – zumindest nicht über längere Zeit. Und wenn es schon mit den Elektronen, nach dem Diktum des Niels, nicht ging, so beschafften sie sich doch wenigstens virtuelle Photonen. Da diese virtuell waren, konnte man an ihnen nach Herzenslust herumrechnen, ohne dass irgend jemand das Gegenteil beweisen konnte. Allerdings müssen virtuelle Photonen von Zeit zu Zeit an die Oberfläche zur realen Welt auftauchen. (Ähnliches kennt man ja von den Walen und Delphinen). Das ist ihr kritischer Punkt. Hier half der junge Physiker Heisenberg seiner Zunft aus der Klemme. Die virtuellen Photonen dürfen eben nur kürzer als die Schrecksekunde von Bob und Alice an die Oberfläche kommen. Dann können sie von diesen nur unscharf wahrgenommen werden. (Übrigens kannte Heisenberg diesen Trick schon bestens von seinen Streichen in der Schule : Man darf alles, auch was eigentlich verboten ist, man darf sich nur nicht dabei erwischen lassen). Und so konnten Bob oder Alice die virtuellen Photonen niemals in der realen Welt erwischen. Nun war das seelische Gleichgewicht der Physiker wieder hergestellt. Diesmal profitierte sogar der Club of Rome von dieser neuesten Machenschaft der Physiker. Nach dem Vorbild der virtuellen Photonen führten sie virtuelle Ressourcen in ihr Modell ein. Die sind nach Art und Menge völlig unbegrenzt. Man braucht nur zu gegebener Zeit geeignete Parameter einzusetzen, und das Modell bleibt für immer und ewig gültig. Die Physiker kamen dem Club of Rome sogar noch einen weiteren Schritt entgegen. Als „Größte Anzunehmende Ressource“ (GAR) boten sie ihnen die „Dunkle Materie“ an. Davon gibt es mehr als alle Atome des ganzen Weltalls zusammen. (Allerdings ist sie gut versteckt, und man muss sie erst noch finden. Aber daran arbeiten die Physiker bereits). Der Club of Rome nahm dieses Angebot dankbar an. Vorausschauend legten sie bereits Lieferquoten für dunkle Materie für alle großen Handelsketten fest. (Man sagt sogar, der bekannte Discounter POLDI hätte schon Pläne, neben Computern demnächst auch dunkle Materie zu günstigen Preisen anzubieten, sobald das Verpackungsproblem gelöst ist).

Unter Einbeziehung der virtuellen Ressourcen in das Modell zur Berechnung der Reichweiten der Rohstoffe kann sich der Zeitpunkt des Endes der zivilisierten Menschheit nun allerdings bis auf den Sankt-Nimmerleins-Tag verschieben. Aber wenigstens schließt das Modell den Weltuntergang auch nicht definitiv aus.

So ist nun zu guter Letzt der Friede zwischen den Physikern und dem Club of Rome doch wieder hergestellt.

*Der Autor, Prof. (em.) Dr. Dr. h.c. Hans-Joachim Bunge, leitete von 1976 bis 1997 als Institutsdirektor das Institut für Metallkunde und Metallphysik. ■

„Leben gegen Schatten“

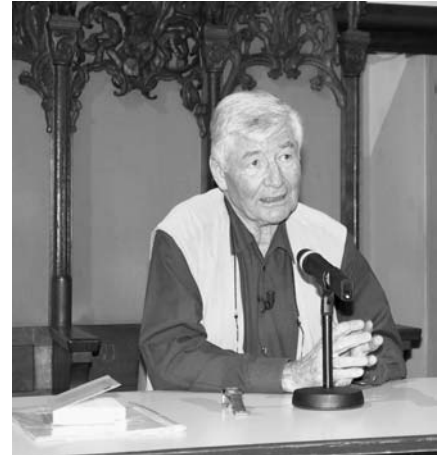
Der Sohn des Sekretärs Adolf Hitlers im Gespräch

Martin Bormann, Jahrgang 1930, der älteste Sohn des Sekretärs Adolf Hitlers, Martin Bormann, berichtete auf Einladung der Katholischen Hochschulgemeinde Clausthal am 12. Juli in der Aula der Universität über seine Jugend und seinen Vater und wie er selbst nach dem Krieg einen neuen Lebensweg fand.

Der Führerbefehl der „Verbrannten Erde“, ist vom Vater abgezeichnet worden: „Für die sachliche Richtigkeit“. Millionen von Menschen starben an dessen Folgen in der Sowjetunion. Beim Rückzug der deutschen Truppen sollten Felder und Häuser der Zivilbevölkerung verbrannt werden, das Vieh getötet und in die Brunnen geworfen werden. Organisatorisch war Bormann an der Umsetzung der Entscheidung, Zwangsarbeiter nach Deutschland zu holen, beteiligt - damit die deutsche Jugend an die Front geschickt werden konnte, zu einem Zeitpunkt, als der Krieg verloren war. Als der Sohn ihn einmal fragte, was ist Nationalsozialismus, antwortete der Vater: „Nationalsozialismus ist der Wille des Führers“.

Die Mutter flüchtet bei Kriegsende vom Obersalzberg mit den neun Geschwistern sowie weiteren aufgenommenen Kindern aus dem Ruhrgebiet ins Grödnertal nach Südtirol. Dort führte sie unter falschem Namen ein Kinderheim. Im August 1945 erkrankte sie an Krebs. Dabei konnte sie ihre wahre Identität nicht länger verbergen, im Bozener Krankenhaus wurde ihr eine Radiumtherapie „mit dem wenig menschenfreundlichen Hinweis auf ihre Identität“ verweigert, wie der Sohn in seiner Autobiographie „Leben gegen Schatten“ festhält. Sie starb im März 1946.

Am 30. April 1945 wurde die NS-Internatsschule Schule in Feldafing, welche Martin Bormann besuchte, damit sie, nach dem Wunsch seines Vaters „einen anständigen Deutschen aus mir machen sollten“, aufgelöst. Die Schüler bekamen Lebensmittel und den Auftrag, „sich nach Hause durchzuschlagen.“ Aus Furcht vor Racheakten sollten sie sich nicht als „Feldafinger“ zu erkennen geben. Auf der Flucht erkrankte er an Brechdurchfall, so blieb er bei einer österreichischen Bergbauernfamilie, den Querleitners, und wurde vorbehaltlos ins Familienleben integriert. Der alte Querleitner schickte, ohne dass Martin Bormann dies ahnte, seine älteste Tochter über Jahre hinweg einmal im Monat auf einen siebenstündigen Marsch, damit sie in Maria Kirchental für den „Buab“ bete. Ihr Weg führte sie durch das Kontrollgebiet der „Rainbow Division“, die als



entlassene Schwerverbrecher für Vergewaltigungen berüchtigt waren.

Der Vater Bormann hatte seine Kinder schroff antichristlich erzogen. Der Sohn vermutet, dass der Stiefvater seines Vaters „ihm das Christentum ausgeprügelt habe“, er zwang die Kinder bei Vergehen auf Holzscheiten zu knien. Für den Sohn wurde die Begegnung mit dem praktisch gelebten Katholizismus des österreichischen Bergbauern Querleitner zum Schlüsselerlebnis: Dass es nach Angriffskrieg und Judenvernichtung doch ein neues Leben geben konnte. Als er vom Berichterstatter gefragt wird, was er den Menschen antwortete, für die Auschwitz der Beweis sei, dass es keinen Gott gibt, antwortet er erregt: „Gott ist nicht der Sklave der Menschen. Ich habe Juden kennen gelernt, die aus den KZs kamen. Keiner von ihnen hat Gott für das Geschehne verantwortlich gemacht. Das tun wir Menschen. Frieden zu schaffen, ist unsere Aufgabe“, und er berichtet von seiner Tätigkeit im Rahmen der Vermittlungsgespräche zwischen israelischen und palästinensischen Eltern, die durch Kindesentführung ihre Kinder verloren haben. „Wir müssen uns in Vertrauen und in der Wahrheit zuhören.“ Das geistliche Leben begänne, wenn wir verständen: Keiner ist allein, ich nicht, du nicht. Martin Bormann trat nach seiner katholischen Taufe in die Ordensgemeinschaft der Jesuiten ein und wurde Priester. Im belgischen Kongo entkam er als Missionar, 25 Jahre nach Entfesselung des 2. Weltkrieges, nur knapp dem Hass der aufständischen Rebellen. ■

Die Last des Schweigens

Israelischer Psychologe führte Gespräche mit Kindern führender Nazis

Von Jochen Brinkmann

„Ich habe mich oft gefragt, wie würde mein Vater sich in meiner Situation verhalten? Und dann habe ich mich genau entgegengesetzt entschieden“, sagte Martin Bormann bei seinem Besuch in Clausthal. Sein Vater, der persönliche Sekretär Hitlers kehrte der evangelischen Kirche Anfang der 30er Jahre den Rücken. Gequält von seinem Stiefvater mit halb sadistischen Bußritualen, verachtete er das Christentum. Der älteste Sohn setzte einen Kontrapunkt zum Leben seines Vaters und trat nach dem Krieg in die Katholische Kirche ein, wurde Missionar und nahm in Afrika Todesgefahr auf sich - weil er aus dem Schatten seines Vaters heraustreten wollte, von dem er sich als Sohn biologisch nicht distanzieren konnte. Dank der vorbehaltlosen Zuwendung des Katholiken Querleitner fand Martin Bormann den Weg zu einer neuen Identität, ohne, und das war wohl das Entscheidende, seine Herkunft verleugnen zu müssen.

Wer sich mit der Lebensproblematik der Söhne und Töchter führender Nazis näher beschäftigen möchte, findet in dem Buch des an der Ben-Gurion-Universität in Beer-Sheva in Israel lehrenden Psychologen Dan Bar-On „Die Last des Schweigens“, das im Juni dieses Jahres in einer erweiterten Neuauflage von der Körber-Stiftung herausgegeben wurde, vielfältige Anregung. Der Band dokumentiert auch ein Gespräch mit Martin Bormann. Dan Bar-On, selbst Kind deutscher Juden, die 1933 nach Palästina auswanderten, führte zunächst mit Kindern von Juden, die die NS-Konzentrationslager überlebten, Gespräche und dokumentierte diese. Er wollte wissen, wie die traumatischen Erlebnisse der verfolgten Eltern, auf verschlungenen Wegen, in ihren Kindern nachwirkten, und dies in der Atmosphäre des Staates Israel, der sich in all seinen Handlungen von dem Schicksal der deutschen und osteuropäischen Juden, die sich „wie Schafe auf die Schlachthöfe“ hätten führen lassen, absetzen wollte. Mit diesem erstickenden Vorwurf waren Juden, die der Vernichtung in den Konzentrationslagern knapp entronnen waren und nach dem zweiten Weltkrieg nach Israel ausgewandert waren, dort von manchen ihrer Landsleute konfrontiert worden. Die jüdischen Opfer des NS-Terrors trafen in Israel, so Dan Bar-On, oft auf sich verschließende Ohren, niemand wollte ihr Leid hören, die Gegenwart des Kampfes mit den Arabern forderte Überlebenshärte. In ihren Alpträumen quälte sie die Frage: Warum habe ich

überlebt? Warum bin ich nicht umgekommen? Nachdem Dan Bar-On sich mit den psychischen Nachwirkungen auf der Seite der Kinder der Opfer befasst hatte, brachte er die Größe auf, dem gleichfalls bis dahin stumm gebliebenen Leid der Kinder von NS-Verbrechern zu zuhören. In der Einleitung zu seinem Buch gesteht er, dass er zu Beginn seiner Recherche-Reise die Interviews oft nur unter stärksten inneren Vorbehalten haben führen können; und dies schimmert in den ersten Gesprächsaufzeichnungen durch, wenn er bisweilen den Interviewten mit Bemerkungen ins Wort fällt, die vielleicht nicht immer ein letztes Verständnis des Gesagten, sondern seine eigene innere Erregung widerspiegeln. Sieht man von diesen, mehr als nur verständlichen Schwächen ab, ist ein großes Dokument entstanden. Dan Bar-On führte diese Interviews Mitte der 80er Jahre, als das Thema in Deutschland noch ein Tabu war. Die Deutschen, so Dan Bar-On, wussten zwar über die nationalsozialistische Schreckensherrschaft und ihre Verbrechen abstrakt sehr gut Bescheid, aber die individuellen Verbindungslinien in diese Zeit des Abgrundes seien, aus Selbstschutz vor einer „Infektion mit dem Bösen“, gekappt gewesen. Es sei ihm nach den Gesprächen mit den Kindern der Täter oft so vorgekommen, als hätten sie, wie „aus einem Vakuum heraus“ gesprochen, schreibt Bar-On. Die Reaktionsweisen der Kinder sind, je nach Charakter sehr unterschiedlich. Eine schließt das Leid in sich ein, bleibt unverheiratet, ein anderer wendet sich der Germanistik und Poesie zu und dessen Sohn nimmt sich das Leben, wiederum ein anderer trägt die düstere Familienvergangenheit als Schauspieler mit Rezitationsabenden zu jüdischen Dichtern wie ein Banner vor sich her; ja einer trat sogar zum Judentum über und lebte als Rabbiner in Israel.

Dan Bar-Ons Dokumentation zu den Spuren der Vergangenheit, zuerst in englischer Sprache, dann in deutscher und schließlich, vor rund einem Jahrzehnt, zum ersten Mal auch in Israel in hebräischer Sprache erschienen, hat in der Zwischenzeit Begegnungen zwischen den Kindern der Opfer des NS-Terrors und den Kindern der NS-Täter initiiert. Sein Sohn Yariv, der während der Arbeit seines Vaters an diesem Buch an einer unheilbaren Krankheit starb, fragte den Vater kurz vor seinem Tod, warum er sich mit diesem schrecklichen Thema beschäftige und gab sich selbst in kindlicher Intuition, plötzlich

mit einem Lächeln verstehend, die Antwort: „Ich weiß, warum: Du suchst Hoffnung, für sie und für dich.“ Der Vater fragte zurück: „Was meinst du denn damit? - „Du hast mir doch einmal gesagt, dass für dich die Suche nach Hoffnung etwas zu tun hat mit dem Erkennen der Wahrheit.“

Diese traditionell jüdische Sicht, das Geheimnis der Versöhnung sei die Erinnerung, fand nun in medizinisch, neurologischen Befunden eine Entsprechung: Das Gehirn von Menschen, die Mörder, Folter und Gewalt am eigenen Leibe erleben oder mit ansehen mussten, scheint physiologisch dauerhaft verändert zu sein. Ihr Gehirn sei „wie eine Antenne auf die Wahrnehmung des Schreckens gerichtet.“ Sind sie mit Erlebnissen konfrontiert, die sie von ferne an das Vergangene erinnern, so werde ihr weit ausgreifendes „Furchtnetzwerk“ aktiviert, während die rational distanzierte Urteils- und Entscheidungsfindung gehemmt sei. Sie reagierten im Vergleich zu Menschen, die nicht traumatisiert sind, oft mit übermäßiger Angst oder Wut, Niedergeschlagenheit oder Konzentrationsschwäche auf das Gesehene; die Vergangenheit holt sie immer wieder ein, eine medikamentöse Behandlung hilft nicht; erst eine Gesprächstherapie, die Gefühle und Fakten der Vergangenheit zusammenfügt, kann die tief verletzten Menschen befähigen zwischen sich und der Vergangenheit einen inneren Abstand zu legen.¹

Die Anstrengung des „Lebens gegen Schatten“, so der Titel der Autobiographie von Martin Bormann, war in der Art seines Erzählens greifbar, aber auch im manchmal beklommenen Schweigen und dann wieder tastendem Fragen der Zuhörer. Und so war es Zeugnis des Bemühens, inneren Abstand von dieser Vergangenheit zu finden.

Dan Bar-On

Die Last des Schweigens

Gespräche mit Kindern von NS-Tätern

Erweiterte Neuauflage

337 S., ISBN 3-89684-038-X

Hamburg 2003, Preis: 14 €

¹ Das Trauma – im Hirn der Opfer eingegraben, Mögliche Therapie bei posttraumatischen Störungen, Neue Zürcher Zeitung, Donnerstag 21. August 2002, Nr. 192, Seite 42

Führer zum Oberharzer Bergwerksmuseum neu aufgelegt!

Von Christoph Bartels*

Das Oberharzer Bergwerksmuseum zählt zu den ältesten montanistischen Fachmuseen in Deutschland. Als heimatkundliche Sammlung schon 1892 gegründet, präsentierte es seine Sammlungen zunächst im Landratsamt Zellerfeld, ehe es 1897 in das Zellerfelder Rathaus umzog. Nach dem Ersten Weltkrieg wurden die Sammlungen ausgelagert und waren dem Publikum nicht mehr zugänglich, bis eine Gruppe von Persönlichkeiten um den seinerzeitigen Leiter des Bergamtes Clausthal, Wilhelm Bornhardt, energisch die Wiedereröffnung des Museums betrieb. Das ehemalige Zellerfelder Rathaus wurde zur Präsentation der Sammlungen umgebaut und am 08.10.1928 konnte das Museum wieder eröffnet werden.

Als im Jahr 1930 wesentliche Bereiche des Oberharzer Erzbergbaus eingestellt wurden, gelang es, eine ganze Reihe originaler Anlagen und Gebäude zu sichern und in den Folgejahren im Freigelände hinter dem Museumsgebäude zu einem Ensemble zu vereinigen, das die Techniken des Oberharzer Montanwesens auf Wasserkraftbasis, noch vor dem Einsatz von Anlagen auf der Basis der Energieträger Kohle und Elektrizität, verdeutlicht. Die Anlagen wurden ergänzt um den Besucherstollen des Museums, der mit einem originalen Zechenhaus, einem Pferdegepöpel als Fördermaschine und einer Wasserradstube verbunden ist.

Dem eigentlichen Führer durch Museum und Außenanlagen ist ein Überblick über die Geschichte des Bergbaus im Westharz vorangestellt, der - von wenigen Ausnahmen abgesehen - der Entwicklung vom Mittelalter bis etwa 1850 gewidmet ist, also dem vor- und frühindustriellen Bergbau im Harz. Ein Abschnitt über das (bergbaufachliche) Bildungswesen schließt diesen einleitenden Teil ab, dem ein Glossar von bergbaulichen Fachtermini folgt. Der Museumsführer selbst beginnt dann auf S. 68 und erläutert die Ausstellungseinheiten des Museums, einem empfohlenen Besucherrundgang folgend. Die Sammlungsbestände erstrecken sich von der Lagerstättenkunde über die Techniken der Erzgewinnung und Weiterverarbeitung bis hin zur Stadtgeschichte. Spezielle Sammlungen, z.B. zum Münzwesen, zur Entwicklung des Geleuchts oder zu den repräsentativen Uniformen und ihrem Zubehör als Ausdruck ständischen Selbst-

verständnisses beleuchten die verschiedenen Facetten des Arbeitens und Lebens in der Bergbauregion. Der Führer widmet jeder Ausstellungseinheit einen erläuternden Text mit einigen Abbildungen. Der Leser erhält hier Einführungen und Grundinformationen zu den jeweiligen Ausstellungsräumen, wobei der Umfang der Texte eine den Rundgang begleitende Lektüre ohne weiteres ermöglicht.

Im Anschluss an die bergbau- und kulturkundlichen Sammlungen des Museums wird das Schaubergwerk vorgestellt. Jedem der dargestellten Arbeitspunkte oder Anlagenteile ist wiederum ein kurzer Textabschnitt gewidmet. Eine entsprechende Erläuterung der Gebäude und Anlagenteile, ihrer Herkunft und Funktion folgt für das Freigelände.

Der letzte Teil des Museumsführers ist den Außenstationen des Oberharzer Bergwerksmuseums gewidmet. Das Mineralienkabinett im Haus des Bergmeisters Daniel Flach (erbaut 1673/74) wird ausführlich vorgestellt. Ein umfangreicher Abschnitt ist jeweils dem Ottiliaeschacht (mit für die Personalbeförderung neu genutzter Werksbahnstrecke zwischen ehemaligem Clausthaler Bahnhof und dem Schachtgelände) und dem Schacht Kaiser Wilhelm II. gewidmet. Hier steht die industrielle Technik des Erzbergbaus, wie er bis 1930 betrieben wurde, im Mittelpunkt. An diesen Abschnitten wird deutlich, welche Mühe es aufzuwenden galt, um diese Denkmäler des Harzbergbaus vor dem Verfall zu retten und einer neuen, sinnvollen Nutzung zuzuführen. Ein Überblick über die Geschichte des Museums und seines Trägervereins rundet den Band ab.

Insgesamt wird dieser handliche Museumsführer allen Ansprüchen gerecht, die der Benutzer an ein solches Handbuch stellt. Der Band erschließt dem Leser nicht nur das Oberharzer Bergwerksmuseum selbst, sondern eröffnet Zugang zur Gesamtheit der Montanlandschaft Oberharz und ihrer jahrhundertelangen Prägung durch den Bergbau vom Landschaftsbild über die Siedlungen bis hin zu den Sozialverhältnissen. Literatur- und Abbildungsverzeichnisse sowie das Glossar erleichtern die Benutzung dieses Führers ebenso wie eine ausführliche und klare Gliederung. Der Band ist jedem am historischen Bergbau Inter-

sierten unbedingt zu empfehlen. Wer den Westharz, das Oberharzer Bergwerksmuseum oder andere Stätten des historischen Bergbaus in der Region zu besuchen beabsichtigt, sollte ihn in seinem Reisegepäck mit sich führen.

Radday, Helmut (2002):

Das Oberharzer Bergwerksmuseum in Clausthal-Zellerfeld.

Führer durch das Museum, mit einem Abriss zur Kultur- und Technikgeschichte des Oberharzes.

281 Seiten. Clausthal-Zellerfeld 1996,

ISBN 3-9805522-0-9, Erweiterte Neuauflage 2002, 8,80 €

**Dr. Christoph Bartels, ist als Wissenschaftler am Deutschen Bergbaumuseum in Bochum tätig. Der vorliegende Aufsatz erschien zur Erstauflage 1996 in der Zeitschrift "Der Anschnitt. Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau".*

Habilitationen

Schulz, Hans-Martin, Dr. rer.nat.:

Die westliche Zentral-Paratethys an der Wende Eozän/Oligozän – Ozeanographie eines Randmeeres und Bildung von Erdölmuttergesteinen.
Fachgebiet: Geologie

Schmücker, Martin, Dr. rer.nat.:

Synthetic Mullite Precursors: Preparation, Structure, and Transformation Behaviour.
Fachgebiet: Materialwissenschaften

Promotionen

Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

Wappler, Torsten, Dipl.-Geol.:

Systematik, Phylogenie, Taphonomie und Paläökologie der Insekten aus dem Mittel-Eozän des Eckfelder Maars, Vulkaneifel.
(Prof. Dr. C. Brauckmann)

Böhme, Karsten, Dipl.-Chem.:

Synthese von Block- und Kammpolymeren durch Nutzung funktionalisierter Methacrylate.
(Prof. Dr. G. Schmidt)

Bothe, Marc, Dipl.-Chem.:

Synthese von Nitroxiden und Alkoxyaminen und deren Einsatz in der kontrollierten radikalischen Polymerisation.
(Prof. Dr. G. Schmidt)

Bartsch, Andreas, Dipl.-Chem.:

Synthese von Block-, Gradienten- und Kammpolymeren durch N-Oxyl-kontrollierte radikalische Polymerisation.
(Prof. Dr. G. Schmidt)

Appelt, Mathias, Dipl.-Chem.:

Synthese von Co-, Stern- und Pfropfpolymeren aus Styrol und Acrylsäurederivaten durch N-Oxyl-kontrollierte radikalische Polymerisation.
(Prof. Dr. G. Schmidt)

Furche, Markus, Dipl.-Phys.:

Rekonstruktion der räumlichen Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstands in der Umgebung von Bohrungen auf der Grundlage von Messungen mit Multi-Elektroden-Sonden.
(Prof. Dr. A. Weller)

Warmada, I Wayan, Dipl.-Ing.:

Ore Mineralogy and Geochemistry of the Pongkor Epithermal Gold-Silver Deposit, Indonesia.
(Prof. Dr. B. Lehmann)

Cabral, Alexandre Raphael, M. Sc.:

On palladian gold mineralisation (Ouro Preto) in Brazil: Gongo Soco, Itabira and Serra Pelada.
(Prof. Dr. B. Lehmann)

Hunze, Sabine, Dipl.-Geol.:

Lithologisch-differenzielle Kompaktion von Sedimenten in den Akkretionskeilen von Barbados und Nankai: eine Interpretation von Bohrlochmessungen aus ODP-Bohrungen.
(Prof. Dr. H.-J. Kumpel)

Bekehrmes, Tobias, Dipl.-Math.:

Allgemeine Dirichletreihen und Primzahlverteilung in arithmetischen Halbgruppen.
(Prof. Dr. L. Lucht)

Schmidt, Jörg, Dipl.-Chem.:

Sulfoximine als bidentate Liganden in der asymmetrischen Katalyse.
(Prof. Dr. E. Schaumann)

Scheel, Dirk, Dipl.-Phys.:

Nahfeldmikroskopische Untersuchungen laserrinduzierter DFB-Strukturen.
(Prof. Dr. W. Schade)

Preusser, Jan, Dipl.-Phys.:

Characterization of deep UV photoresist properties by infrared near-field scanning optical microscopy and related methods.
(Prof. Dr. W. Schade)

Pakzad, Hamid Reza, M. Sc.:

Sedimentary Facies associations of the lower reaches of the Zayandeh river and the Gavkhoni playa lake basin (Esfahan Province, Iran).
(Prof. Dr. H. Kulke)

Moiseev, Oleg, Dipl.-Chem.:

Struktur der Polymerpartikel im Laufe der halbkontinuierlichen Emulsionspolymerisation beobachtet mittels Förster-Energietransfer.
(PD Dr. J. Adams)

Grebe, Christoph, Dipl.-Inf.:

Neue Ansätze zur Optimierung der Ver- und Entschlüsselungsfunktionen beim RSA-Verfahren.
(Prof. Dr. W. Lex)

Mahler, Thomas, Dipl.-Chem.:

Asymmetrische Epoxidierungen von Alkenen mit Hilfe von Cyclodextrinen und Cyclodextrinderivaten.
(Prof. Dr. E. Schaumann)

Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen

Hamouda, Hassan, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur Bilanzierung und Reduzierung des Überschussschlammes in kommunalen Kläranlagen.
(Prof. Dr. Vogelpohl)

Weidemeyer, André, Dipl.-Ing.:

Entwicklung und Inbetriebnahme einer Pilotanlage zur solar-katalytischen Prozesswasseraufbereitung in der tunesischen Textilveredelungsindustrie.
(Prof. Dr. Vogelpohl)

Jennes, Ralf, Dipl.-Ing.:

Optimierung der Verbrennung im Calcinator, einer Anlage zur Herstellung von Portlandzementklinker.
(Prof. Dr. Jeschar)

Stork, Martin, Dipl.-Ing.:

Lebensdauervorhersage wartungsfreier dynamisch belasteter Verbundgleitlager mit Hilfe neuronaler Netze.

(Prof. Dr. Schwarze)

Ratkovic, Stojan, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur Metallurgie und zur mathematischen Modellierung des Kupolofens.

(Prof. Dr. Döpp)

Decker, Peter, Dipl.-Ing.:

Der Einfluss der Bauteilgestaltung auf die Hydrodynamik am kleinen Pleuelauge.

(Prof. Dr. Schwarze)

Hillmann, Carsten, Dipl.-Ing.:

Primäre Maßnahmen zur Minderung der Emission polychlorierter Dibenzodioxine und Dibenzofurane an einer Sinteranlage für eisenhaltige Reststoffe.

(Prof. Dr. Scholz)

Weber, Jörg, Dipl.-Ing.:

Entwicklungen zur Festphasenmikroextraktion für flüchtige Verbindungen unter Einsatz der Gaschromatographie/Massenspektrometrie.

(Prof. Dr. Severin)

Wu, Chia-Cheng, Dipl.-Ing.:

Phasenuntersuchungen bei der Reduktion von Franklinit für die Zinkgewinnung aus Stahlwerksstäuben.

(Prof. Dr. Gock)

Bosse, Philip, Dipl.-Ing.:

Mathematisches Hochofenmodell zur Untersuchung der Austauschbarkeit von Koks durch Ersatzbrennstoffe.

(Prof. Dr. Jeschar)

Jusic, Hanifa, Dipl.-Math.:

Approximative Analyse von Fließproduktionssystemen mit Aufspaltungen und Zusammenführungen im Materialfluss.

(Prof. Dr. Helber)

Rosenthal, Günther, Dipl.-Ing.:

Modellierung einer Direkt-Methanol-Brennstoffzelle mit Hilfe eigens bestimmter Parameter: eine experimentelle und theoretische Studie für eine verbesserte Fertigung.

(Prof. Dr. Hoffmann)

Boryczko, Alexander, Dipl.-Ing.:

Beitrag zur Systematisierung und Integration der Engineering- und Commerce-Prozesse im rechnerunterstützten Anlagen- und Apparatebau. Föderatives Engineering-System für Planung, Konstruktion und Vertrieb.

(Prof. Dr. N. Müller)

Otto, Steffen, Dipl.-Ing.:

Ein nicht rotationssymmetrisches Belastungsmodell für die Ermittlung des Beanspruchungsverhaltens mehrlagig bewickelter Seiltrommeln.

(Prof. Dr. Dietz)

Pötting, Stefan, Dipl.-Ing.:

Lebensdauerabschätzung im High Cycle Fatigue-Bereich.

(Prof. Dr. Zenner)

Teodoriu, Catalin, M. Sc.:

Analysis of the make-up procedure and evaluation of conical shouldered threaded connections.

(Prof. Dr. Reichetseder)

Hille, Volker, Dipl.-Phys.:

Untersuchungen zur Beständigkeit von Kupfer-Plattenkühlern für Hochöfen gegen fließende Eisenschmelzen.

(Prof. Dr. Spitzer)

Wilde, Dirk, Dipl.-Ing.:

Thermoplaste mit gestrickten Verstärkungsfasern – Optimierung von Werkstoff-, Halbzeug- und Prozesseigenschaften.

(Prof. Dr. Ziegmann)

Ahlers, Ulrike, Dipl.-Ing.:

Magnesium im Gips.

(Prof. Dr. Wolter)

Bräuer, Bernd, Dipl. oec.:

Wissensmanagement und Wissensmanagementstrategietypen in temporär intendierten Unternehmensnetzwerken. Eine ebenen- und phasenspezifische Betrachtung.

(Prof. Dr. Pfau)

In Klammern ist jeweils der Hauptberichtersteller aufgeführt.